

## ENERGIA NUCLEAR EN UN PAIS PETROLERO

Raúl Alvarez, Heberto Castillo, Dalmau Costa, Israel Galán y Marco Martínez. Moderador: Rubén Barrera

### PRESENTACION

El propósito de la presente Mesa Redonda es el de analizar y discutir la importancia del desarrollo de la industria nuclear en un país como México, que cuenta con grandes reservas petroleras. Es muy claro, para todos nosotros, la necesidad que tiene el país de desarrollar todas las formas posibles de producción de energía; sin embargo, el problema que nos preocupa es el de establecer con precisión las prioridades, en cuestión de inversión y formación de recursos humanos, que deberían caracterizar la conformación de una industria nuclear nacional.

El problema se vuelve más debatible cuando se es consciente, por una parte, de que la adquisición de tecnología nuclear se pagará, a fin de cuentas, con petróleo, y por otra, de los riesgos que a nivel ecológico y social implican la presencia de reactores nucleares.

La discusión de estos temas se ha llevado a cabo a distintos niveles y tomando en cuenta aspectos de carácter técnico, económico, político, ecológico y social. Creemos, también, que es de vital importancia que la discusión de este problema se plantee en el seno de la Sociedad Mexicana de Física, ya que es nuestra Sociedad la representante, a nivel nacional, de una de las comunidades científicas más conectadas con el problema nuclear y petroquímico.

Para esto se ha invitado a participar, en la presente Mesa Redonda, a personas que han demostrado sumo interés y competencia en los distintos aspectos del problema.

Primeramente, el Mat. Raúl Alvarez, trabajador científico de la Comisión Federal de Electricidad y Director de la revista de análisis político Punto Crítico; en segundo lugar, el Ing. Heberto Castillo, Secretario General del Partido Mexicano de los Trabajadores y preocupado grandemente por el establecimiento de una Política Nacional en materia de hidrocarburos; en tercer lugar el Fis. Dalmau Costa, Director General del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, institución sobre la que cae la responsabilidad de desarrollar la tecnología nuclear y la preparación de personal técnico; en cuarto lugar, el Lic. Israel Galán, profesor

de ciencias sociales en la Universidad Autónoma Metropolitana (unidad Xochimilco) y dedicado a los aspectos socio-económicos del problema energético nacional; y finalmente el Dr. Marco Antonio Martínez, profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias, UNAM, y dedicado a la investigación en energéticos y en especial a problemas relacionados con la seguridad nuclear y sus repercusiones ecológicas y sociales.

## FOREWORD

The purpose of the present panel discussion is to analyze and discuss the importance of the development of a nuclear industry in a country, like México, with a substantial oil reserve. It is very clear, for all of us, the need that our country has in the development of all possible forms of energy production. Nevertheless, the problem that worries us now is the precise determination of the priorities, in relation to investment and human resources, which should characterize the development of a national nuclear industry.

The problem becomes more debatable when one realizes, on one hand, that the acquisition of nuclear technology will be paid, at the end, with oil, and on the other hand of the risks originated at the ecological and social level, with the presence of nuclear reactors.

This discussion has already started at different levels taking into account the technical, economical, political, ecological and social aspects of the problem. Therefore we think that it is of the uttermost importance that this discussion should be extended to the Sociedad Mexicana de Física (Mexican Physical Society), because this Society is, at the national level, the representative of one of the scientific communities more directly involved with the nuclear and petrochemical problems.

To further this discussion we have invited to participate in the present panel discussion, a group of people who have shown extreme interest and competence in the different aspects of the problem.

The members of the panel are: Mat. Raúl Alvarez, scientific worker of Comisión Federal de Electricidad (Federal Commission of Electrical Power) and Director of Punto Crítico, a journal of political analysis; Ing. Heberto Castillo, Secretary General of Partido Mexicano de los Trabajadores (Mexican Workers Party) and deeply committed to the development of a National Policy on hydrocarbons; Fis. Dalmau Costa, Director of Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (National Institute for Nuclear Research), the institution directly responsible for the development of nuclear technology and its technical personnel; Lic. Israel Galán, professor of social sciences at Universidad Autónoma Metropolitana (Metropolitan Autonomous University, Xochimilco campus) and dedicated to research in the socio-economical aspects of the national energy problem; and finally, Dr. Marco Antonio Martínez, professor at Facultad de Ciencias, UNAM (School of Sciences of the National Autonomous University of Mexico) and involved in research on energetics, specially in problems related with nuclear safety and its ecological and social repercussions.

Raúl Álvarez

Revista Punto Crítico

Zacatecas 229-314. México 7, D. F.

Desde 1975, y hasta fechas recientes, sólo se habían escuchado ideas favorables y elogiosas respecto a la introducción de energía nuclear de uso industrial en nuestro país. Apenas ahora empiezan a conocerse otras opiniones, otros hechos y problemas que nos han llevado a reflexionar y a convencernos de que la energía nuclear es una opción cara, contaminante y peligrosa.

Esta idea es compartida hoy por miles de personas en todo el mundo y por científicos destacados de diversas especialidades. En esta polémica mundial merecen el mismo respeto tanto el científico que busca soluciones a los problemas de la seguridad en el uso de la energía o del destino de los desechos radioactivos, como aquél que señala que las cadenas alimenticias concentran el material radioactivo y pueden afectar la salud y producir graves daños en la estructura genética de los seres humanos. El tema que hoy nos ocupa es el de la conveniencia de la instalación de reactores nucleares en México, un país petrolero.

El auge petrolero mexicano de los últimos años ha ayudado a paliar algunos problemas al equilibrar parcialmente la balanza comercial, al ayudar a mantener una tasa alta de crecimiento del PIB, al alentar en parte la inversión privada, al permitir al régimen una cierta estabilidad política y, desde luego, al restablecer la confianza de los inversionistas y acreedores extranjeros y reforzar con creces el continuo endeudamiento. La imagen pública de México también ha cambiado: en 1976 era la de un país sumido en la crisis, mientras que hoy, el petróleo ha creado esperanzas excesivas.

Algunos problemas se han agravado a causa de la política petrolera: hoy se vive su proceso inflacionario creciente, el país se ha vuelto casi monoexportador —más del 75% de sus exportaciones corresponde al petróleo— y está considerado como zona de reserva estratégica de los Estados Unidos. Las expectativas exageradas de recibir un pronto benefi-



cio a través del petróleo no han hecho sino distraer la atención ante las manifestaciones de descontento.

Una gran paradoja asalta al capitalismo mexicano, que tiende a ser un productor importante de petróleo y a padecer, al mismo tiempo, una grave crisis energética. Las vías que el Estado postula no parecen menos paradójicas: exportamos petróleo, reactivamos la economía, importamos plantas nucleares y, al final, nos quedaremos sin petróleo y con desechos radioactivos. En cambio, se nos promete que éstos podrán ser reciclados y utilizados en plantas aún más peligrosas pero que dicen serán debidamente controladas.

No podemos olvidar que la tecnología nuclear es un subproducto de la industria militar y que sin ésta apenas existiría. Poderosas compañías transnacionales concentran el control de los recursos, el conocimiento tecnológico y la capacidad financiera y de gestión necesarias en la industria nuclear, que en todos los casos exige altísimas inversiones de capital y condiciones de operación y control centralizadas, casi militarizadas debido a los riesgos enormes que conllevan.

Por desgracia, una combinación de ideas positivistas y estatizantes que considera el progreso tecnológico como algo deseable en sí mismo y la participación del Estado en la economía como un aval de beneficios sociales, ha inducido a una corriente política importante, los nacionalistas revolucionarios, a impulsar el desarrollo de una industria nuclear basada en la instalación masiva de plantas nucleoelectricas.

La discusión en torno a la energía nuclear en México se ha reducido casi a un debate inicial del cual, en un principio, no alcanzamos a vislumbrar todas sus implicaciones. Desde 1975-76, y a iniciativa de miembros del SUTIN, se desarrolló una polémica en torno al tipo de reactor —de uranio natural o de uranio enriquecido— más conveniente para el país. En ese entonces no se alcanzaron a comprender las implicaciones principales, que no se referían al tipo de reactor, sino a la decisión misma de aceptar o no las plantas nucleoelectricas.

#### ENERGIA NUCLEAR, ¿PARA QUIEN?

Que una industria sea del Estado no garantiza que sus beneficios



más importantes sean de índole social. Los energéticos baratos han sido un subsidio enorme a las empresas privadas nacionales y extranjeras. En una época se justificaban los estímulos-subsidios, exenciones, depreciaciones aceleradas, mercados cautivos, etc. —dados con la idea de crear un país próspero e independiente. Hoy existen una industrialización y una burguesía mexicana poderosas, pero también es cierto que el país se desliza, cada vez más, por una pendiente de mayor dependencia financiera, tecnológica, económica y política debidas a la penetración directa de intereses norteamericanos, al endeudamiento externo público y privado, a la escasa capacidad de financiamiento del Estado, a lo imbricado de las relaciones comerciales y migratorias establecidas entre México y los Estados Unidos y a la poderosa interrelación de los principales grupos privados mexicanos con el capital financiero norteamericano.

Cada vez es más claro para todos que la política económica que sigue el país es para beneficio de las grandes empresas monopólicas y que es ingenuo pretender que el gobierno modifique por sí mismo esta línea. Por el contrario, cada vez son más los campos de la economía que caen en manos de los grandes grupos financieros que invaden todas las actividades productivas y, de esta manera, adquieren mayor fuerza política.

La política del Estado mexicano actual es sustancialmente distinta a la política nacionalista del cardenismo. Hoy se viven otras condiciones y las capas dirigentes del país no pueden "apoyarse en el pueblo" pues esto devendría en cambios profundos en la estructura política de dominación de los trabajadores y el Estado no está dispuesto a correr ese riesgo por ningún motivo.

Las actividades del Estado, en especial las inversiones públicas, siempre han sido parte de los negocios regulares de los gobernantes en turno y ahora también de sólidas empresas bien establecidas y arraigadas tanto en la esfera de la política oficial como en la de los negocios. Funcionarios públicos y empresarios como Jorge Díaz Serrano, Alfonso Barnette, Bernardo Quintana, el difunto Manuel Moreno Torres, el regente Carlos Hank González, han conformado una poderosa oligarquía de interfase entre las estructuras del poder y los grupos financieros, que cada vez adquieren mayor poder político.

Cualquier decisión del futuro de México en el renglón de energéticos es examinada por esta élite tecnocrática a la luz de sus propios y particulares intereses, y no es aventurado afirmar que los técnicos de Ingenieros Civiles Asociados (ICA) y del Bufete Industrial (del grupo Alfa) examinan también las posibilidades de participación del sector privado en estos proyectos.

Lo anterior evidencia que la pretensión de crear una industria nuclear al margen de los intereses privados oligopólicos hoy dominantes es simplemente irreal.

No podemos tomar como modelo a países que se esfuerzan por desarrollar una autosuficiencia tecnológica nuclear, como Argentina, Brasil, Irak o la India, para no mencionar a Israel o Sudáfrica, y que mediante el reprocesamiento del combustible avanzan en el proceso de fabricación, a plazo breve, de armamento nuclear con el propósito de dirimir conflictos o intimidar a sus vecinos. Los países mencionados cuentan con establecimientos científico-militares involucrados en la industria nuclear y sus regímenes políticos se han caracterizado por ser altamente represivos, lo que resulta más revelador de sus verdaderas intenciones que sus eventuales discrepancias con la política norteamericana que trata de impedir la proliferación del armamento nuclear.

La decisión de transitar por la vía del uranio y del plutonio tiene en verdad implicaciones que van más allá del mero uso de energía, pues se trata de decidir sobre el destino y el tipo de vida de miles de personas que pueden resultar dañadas ahora y en el futuro, y de generaciones enteras a las que habrá de cargárseles con una tarea odiosa, peligrosa y esclavizante: el cuidado por milenios de desechos radioactivos para los que hasta ahora no existe salida alguna.

#### CRECIMIENTO ACELERADO Y NUCLEARIZACION DE MEXICO

En un nivel de mayor detalle y concreción, es importante revisar los supuestos que se establecen en los pronósticos de crecimiento de la demanda de energía en general y, en particular, de la energía eléctrica.

La idea de la inevitabilidad de recurrir a las plantas nucleoelectricas se basa en pronósticos de crecimiento del PIB de 7, 11 y hasta

14% sostenido a lo largo de varios años. A este ritmo, la capacidad de producción de energía eléctrica debe duplicarse cada 5 ó 7 años, según la tasa adoptada. Naturalmente, con un crecimiento exponencial pronto se agotan los recursos convencionales y sólo queda la alternativa nuclear.

Estos pronósticos se basan en el crecimiento de la industria eléctrica observado en los últimos 20 años, los mejores del auge de postguerra y del crecimiento industrial del país.

El milagro mexicano —justamente llamado 'milagro' porque no es usual que se produzcan esas tasas de crecimiento sostenido— se caracterizó por una tasa promedio de crecimiento del PIB de entre 6 y 7% anual.

Se puede decir quién resultó beneficiado y a costa de quiénes y a través de qué métodos se consiguió este milagro. Sin embargo, para lo que nos interesa, debe decirse que estas condiciones excepcionales vieron su fin durante los setentas, cuando se presentaron por primera vez en México fenómenos como la "atonía de la economía", las "cuestas de enero" y, ahora, los "baches económicos", la "economía ficción" y otras nomenclaturas sugestivas que no son sino el reconocimiento oficial de que las cosas ya no marchan como antes. Aunque debido a otros procesos especulativos, inflacionarios, etc., los beneficios de los oligarcas apenas si se han resentido.

En la década de los setentas, el crecimiento de México fue errático. El régimen de Echeverría concluyó con una devaluación de casi 90%, en un impresionante incremento de la deuda pública externa y con conflictos sociales en extremo agudizados por la beligerancia de los grupos empresariales.

Para restablecer la confianza de la burguesía, nacional y extranjera, el gobierno de López Portillo ha transitado por cuatro años de austeridad impuesta por el Fondo Monetario Internacional y ahora se anuncia una supuesta consolidación y posterior despegue de la economía basado en los numerosos planes del sexenio: el Global de Desarrollo, el de Desarrollo Industrial, el Sistema Alimentario Mexicano (SAM), etc.

Por lo pronto, lo único que nos interesa es establecer que todos estos planes gubernamentales dependen a su vez de factores externos que no pueden controlarse: la crisis mundial de las economías de mercado —manifiesta en las guerras comerciales—, el desorden monetario, la in-



flación a escala mundial, las manipulaciones en los mercados financieros, la recesión cada vez más articulada y consonante de los diferentes países, etc. En estas condiciones, está teóricamente postulado que debe encontrarse una salida mundial y un reordenamiento de la división internacional del trabajo, de tal manera que se pueda acceder a un nuevo período de expansión económica mundial sobre la base de esta rearticulación. De otra forma, las contradicciones y la crisis económica no podrán resolverse si no es por medio de la guerra, de la que el enfrentamiento entre Irán e Irak no es sino un capítulo que ilustra sobre los artilugios financieros de este tipo de soluciones, al hacer evidente, por ejemplo, cómo el corte de la producción petrolera de estos países ayudó a eliminar la sobreproducción mundial de entre 3 y 4 millones de barriles diarios que presionaba los precios del petróleo a la baja, y al mismo tiempo, dejar entrever las cuantiosas inversiones calculadas en miles de millones de dólares que habrá que llevar a cabo para reconstruir las economías de estos países.

De esta manera, lo menos que puede decirse es que mientras no se encuentre una solución a la crisis mundial de las economías de mercado, la economía mexicana no podrá encontrar un camino para la solución de los aspectos específicos de la crisis que le afectan. Lo único que puede esperarse, por lo pronto, es un crecimiento errático de la economía mexicana en vista de la incertidumbre prevaleciente en los mercados internacionales.

Estas consideraciones hacen aparecer como poco realistas las previsiones de un crecimiento sostenido con tasas mayores del 7%. Y no sólo eso. Si se consideran seriamente las cifras, pronto aparecen contradicciones. Un crecimiento de esta naturaleza implica un desarrollo paralelo de la industria productiva, si aceptamos que se trata de previsiones necesarias y no dispendiosas. En 20 ó 25 años —según qué tan impetuoso sea nuestro futuro desarrollo— deberemos multiplicar por 16 la actual producción mexicana, lo que nos llevaría a pasar de un consumo aproximado de entre 500 y 600 kilowatts hora/año (KWh/año) per cápita a uno de 8000-10000 KWh, que es el nivel que los Estados Unidos, Canadá y Suecia sostenían a mediados de los setentas. Es evidente que si no tenemos las necesidades energéticas de esos países septentrionales, que consumen más

del 25% de su energía en calefacción, y si tampoco podemos esperar, por las condiciones del mercado, un impetuoso desarrollo industrial que nos lleve a un nivel productivo semejante al que ellos tienen, entonces podemos concluir que: o las previsiones son falsas por desatención de factores y extrapolación excesiva de datos, o se trata de dar por conveniente un proceso que sólo se justifica haciendo consideraciones inadecuadas. Que se trata de esto último se prueba constatando que todos los países reciben igual diagnóstico y a todos se les receta la misma medicina nuclear.

Por otra parte, es pertinente dejar establecido que por ahora los países desarrollados han cambiado también sus pronósticos de crecimiento de la demanda de energía y los hacen crecer a lo sumo a tasas del 2% anual. No sólo eso, sino que, ante las dificultades con que se han topado al llevar a cabo el proyecto de expansión núcleo-eléctrica, han comenzado a desarrollar una mejor atención a cuestiones de conservación de energía. La propia economía norteamericana es una muestra: el consumo global de energéticos en los E.U. fue 0.3% más bajo en 1979 que en 1978, en tanto que la economía creció, en términos reales, 2.3%.

#### ECONOMIA DEL DERROCHE Y FANTASMA NUCLEAR

Otro elemento que no se considera cuando se habla del crecimiento de la demanda de energía es la deformación que existe en el aparato productivo del país y en los hábitos de consumo que se han inducido en la población.

En México son evidentes las desigualdades en todos los terrenos, pero desde la óptica del consumo de energéticos puede señalarse que mientras existen 3.5 millones de familias que cocinan con leña, la población de ingresos medianos y altos es inducida al consumo de toda clase de objetos en sí mismos o de envase desechable. La densidad de automóviles en los estratos más altos de la sociedad mexicana muestra índices semejantes a los de los Estados Unidos (460 automóviles por cada mil habitantes) y, en cambio, millares de trabajadores se aglomeran en el Metro y en los 7000 escasos autobuses con que cuenta el D.F.

La gasolina que se utiliza en la ciudad de México, 40 millones de

litros diarios (97% de los cuales son para uso de automóviles), es suficiente para producir el equivalente a toda la generación termoeléctrica del país (38,690 GWh/año). Y con el gas que se quema en los pozos petroleros, 800 millones de pies cúbicos diarios, se podrían producir otros 23,000 GWh/año, que es más que toda la producción hidroeléctrica actual del país, incluyendo a Chicoasén.

Con estos datos, nos podemos hacer una mejor idea de las dimensiones de la economía de desperdicio y derroche en que nos hemos precipitado. Con la gasolina de los carros del D.F. y con el gas que se quema en los pozos petroleros se puede producir toda la energía eléctrica que el país consume. Además, desde el punto de vista de la industria eléctrica, es necesario tener presentes algunos de los vicios y errores que han conducido a la situación en que hoy se encuentra la Comisión Federal de Electricidad.

La CFE mostraba una predisposición a instalar plantas termoeléctricas porque en sus estudios de alternativas éstas siempre resultaban más convenientes, dados los ínfimos precios del combustible mexicano y los menores costos de las instalaciones correspondientes ante la alternativa hidroeléctrica. Sospechosamente los ingenieros mexicanos mostraron un definitivo interés por los grandes proyectos y, naturalmente, también por las grandes compañías constructoras. En el período de 1965 a 1980, sólo se construyeron 8 plantas hidroeléctricas, incluyendo, desde luego, las más grandes del país, con inversiones millonarias, y se abandonaron casi totalmente todos los proyectos de obras medianas y pequeñas. Sólo para comparar, pensemos en que España tiene la cuarta parte de nuestro potencial hidroeléctrico y produce cuatro veces más energía eléctrica de origen hidráulico que la que produce México.

En estos últimos años sólo se construyeron las grandes presas: Infiernillo, La Villita, Malpaso, Angostura, Chicoasén, El Humaya y otras tres de pequeña capacidad. En cambio, en el mismo lapso se construyeron la mayoría de las termoeléctricas que hoy contribuyen con más del 65% a la generación eléctrica.

Ahora se dice que la alternativa nuclear es necesaria porque las fuentes convencionales no alcanzan, pero lo cierto es que la hidroelectricidad y la geotermia casi no se han desarrollado y puede decirse con



seguridad que, si se aprueban los proyectos nucleares, aquéllas no se desarrollarán jamás. La razón es clara: los proyectos nucleares serían mucho más rentables para los contratistas, y el Estado, a fin de cuentas, cedería ante ellos.

Nuevos estudios del potencial hidroeléctrico de México lo estiman en cerca de 172,000 GWh al año con sólo 541 sitios determinados para los cuales ya se han hecho mediciones o estimaciones de escurrimientos e identificaciones de posibles instalaciones y de caídas aprovechables.

Este estudio, terminado por la CFE en 1978, parece no haber sido tomado en cuenta hasta la fecha, pero su importancia es evidente, pues sólo con energía hidráulica sería posible multiplicar por un factor de cerca de cuatro la actual producción, lo que significaría que, aún con los ritmos de crecimiento vertiginoso de los pronósticos oficiales, sería posible alejar la supuesta crisis por cerca de 15 años.

En la revista *Energéticos*, Boletín Informativo del Sector Energético, Año 3, no. 8 de agosto de 1979, se lee: "...el potencial de energía hidroeléctrica identificado mostró en la última revisión de la información procesada por CFE en 1978 una cifra cercana a los 172 TWh (ciento setenta y dos mil millones de KW/hora) que incrementó en más de 100% la cifra determinada en 1976 de 83.2 TWh. Cabe señalar que muchos de los proyectos que han sido considerados en esta cifra no serán factibles de desarrollo debido, entre otros factores, a condiciones geológicas, hidrológicas o económicas adversas" (p.33).

Me parece que es claro que los reactores nucleares no son necesarios: si se aprovecha el gas que se quema en la atmósfera, si se establecen controles estrictos para evitar el dispendio y el derroche y si se aprovecha el tiempo para estudiar otras fuentes de energía, podremos abstenernos de recurrir a la energía nuclear y solucionar adecuadamente nuestras necesidades energéticas para los próximos decenios.

#### EL RIESGO Y LA RESPONSABILIDAD

Para terminar, he aquí algunas de las interrogantes a que deberá enfrentarse el gobierno mexicano cuanto antes:

¿Se puede preguntar libremente sobre las consecuencias posibles

de un accidente en Laguna Verde? ¿No nos dirán que difundir estas cuestiones entre campesinos semianalfabetas es provocar temores que no pueden superarse? Difundir los riesgos reales entre la población veracruzana, ¿no será visto como una campaña de "terrorismo verbal" con intenciones de desestabilizar al régimen? ¿Debemos admitir sin más la posibilidad de muertes accidentales por radiación en una zona donde viven cerca de un millón de personas y en un radio de 70 km (se incluyen poblaciones como Veracruz, Jalapa, Misantla y Nautla)? Los responsables de la seguridad, funcionarios de Sepafin o de la CFE, ¿darán a conocer los planes de evacuación de emergencia de la zona, que sólo cuenta con dos carreteras, algunas brechas y casi ninguna comunicación telefónica? ¿Qué nos podrán decir de las nieblas que cubren la planicie costera veracruzana y que chocan con la Sierra Madre Oriental y que ahora podrán verse seriamente contaminadas? ¿Y de las trayectorias de los ciclones y los "nortes" que afectan gran parte del territorio y que ingresan al país precisamente por esa zona del Golfo? Los posibles movimientos de oposición, ¿no serán descalificados de antemano?

Los trabajadores de México tienen ante sí la tarea histórica de impedir que la ambición capitalista imponga una estrategia energética no sólo inadecuada y excesivamente costosa, sino cuyas consecuencias, no del todo previsibles, pueden conducirnos a vivir las pesadillas del drama atómico. Si las obras del gasoducto Chiapas-Texas y el conocimiento de las reservas petroleras mexicanas fueron los factores determinantes para que fuéramos incluidos como reserva estratégica de los Estados Unidos, con todos los riesgos que esto implica, la instalación de las plantas nucleoelectricas nos plantea riesgos reales, desconocidos para la mayoría de nuestra población.

Heberto Castillo

Partido Mexicano de los Trabajadores

En México, país petrolero, no se acaba de entender que es urgente desarrollar, al máximo posible, el empleo de todas las formas de energía, entre ellas la nuclear.

Ha ganado terreno la idea de que el país no tendrá problemas, al menos a corto plazo, en cuanto al abastecimiento de energía primaria. El petróleo que tenemos lo resuelve todo. Son 60 mil millones de barriles de reservas probadas, 40 mil millones de barriles de reserva probable y 250 mil millones de barriles de reserva potencial. ¿Qué más puede pedir México? Otras naciones tendrán quizás problemas. México no.

Los pronósticos más favorables en cuanto al reemplazo de los hidrocarburos como fuente fundamental de energía primaria, colocan, para el año 2000, a las otras fuentes en un modesto lugar. El núcleo, el sol, la hidroelectricidad, el mar, el viento, la geotermia y la biomasa apenas aportarán, para fines del siglo XX, el 23.9 por ciento. La energía nuclear producirá sólo el 5 por ciento del total, dejando al petróleo y al gas natural el 76.1 por ciento. Y hay que saber que en 1979, los hidrocarburos proporcionaron en México el 87.55 por ciento de la energía primaria.

Muchos consideran que no hay urgencia de aprovechar la energía del núcleo porque contamos con suficiente petróleo. Pero hay que ir al ritmo de crecimiento de la demanda de energía primaria en México (7.3 por ciento anual). Para el año 2000 requeriremos 4.71 veces más energía que la consumida en 1978, la que, según la Comisión Nacional de Energéticos, fue de  $712.73 \times 10^{12}$  Kcal; es decir, para el año 2000 México necesitará  $3,358 \times 10^{12}$  Kcal, de las cuales —se dice— el 76.1 por ciento provendrá de los hidrocarburos, esto es,  $2,555 \times 10^{12}$  Kcal deberán producirse con petróleo y gas. Así pues, en el año 2000 necesitaremos quemar 1,993 millones de barriles (5.46 millones de barriles diarios). Y además para entonces habremos consumido, si se exporta sólo un millón de barriles, el 58 por ciento de las reservas probadas, contando únicamente



con hidrocarburos para otros 7 años más. Ello si México no tiene que vender más petróleo al exterior para obtener divisas que el millón de barriles prometido por el gobierno, cosa bastante improbable ya que, como todo país petrolero exportador, deberá importar bienes de capital y alimentos. Para poder hacerlo, requerirá vender más petróleo.

México debe aprovechar sus hidrocarburos para consumo interno y tratar de encontrarles, a la mayor brevedad posible, un reemplazo en la producción de energía primaria. El peor uso que se puede dar a los hidrocarburos es quemarlos, usarlos como combustible. Y el peor negocio que puede emprender una nación petrolera es exportar el petróleo.

El fin racional de los hidrocarburos y del carbón mineral debe ser el de servir como materias primas para la petroquímica. Hacia ese rumbo debe orientarse el uso del petróleo, del gas natural y del carbón.

Se maneja en el Gobierno la idea de que la exportación de hidrocarburos producirá divisas necesarias para lograr el desarrollo de México. Nada más falso con los actuales niveles de producción de hidrocarburos. En 1980 la exportación diaria promedio de un millón de barriles dará ingresos brutos a Pemex del orden de los 12 mil millones de dólares, esto es, de 276 mil millones de pesos. Las ventas interiores alcanzarán los 6 mil millones de dólares (1.5 millones de barriles vendidos a 11 dólares el barril), es decir, 138 mil millones de pesos. En total, Pemex tendrá ingresos brutos del orden de 414 mil millones de pesos, pero el presupuesto ejercido por esa empresa en este año alcanzará casi los 600 mil millones. ¿De dónde saldrán entonces los excedentes?

En los últimos años, los ingresos de Pemex han sido del orden de la mitad de sus egresos. En 1979 requirió de financiamientos por 172 mil millones de pesos, para gastar en el año 360 mil millones. Por ello, su deuda externa es de 7 mil millones de dólares.

En verdad ocurre que Pemex ha invertido miles de millones de pesos para aumentar su capacidad de producción muy por encima de la actual; sin embargo, la política gubernamental es de engaño sistemático. Se dice que no se producirá más, pero se invierten enormes sumas para aumentar la producción. Por algún tiempo, mientras se continúe ampliando la capacidad de producción de Pemex, los gastos de la empresa serán mayores que sus ingresos. Sólo después, si todavía queda suficiente petróleo que

extraer, los ingresos superarán a los egresos. Y llegarán los ansiados dólares para superar el déficit en nuestra balanza de pagos.

Mientras tal cosa ocurre, la producción de alimentos disminuye comparativamente con el aumento de la población y en ocasiones, como en 1978 y 1979, en términos absolutos. En 1980 hubo que importar entre 12 y 15 millones de toneladas de granos. Por su parte, la exportación de petróleo constituyó ya el 67 por ciento del total de nuestras exportaciones. Nos volveremos monoexportadores. El crecimiento del producto interno bruto del 7 por ciento anual se debe en un 3.5 por ciento al petróleo. No crecemos, nos desangramos.

Entretanto, ¿qué pasa con la política energética del país?

Hace un año apenas, el director de Pemex afirmaba que no era posible elaborar un plan nacional de energéticos y el presidente José López Portillo enfatizaba esa imposibilidad, aunque en la ONU proponía un plan mundial. Ahora se lanza un Plan Nacional de Energéticos en donde se afirma que no se exportará más del 50 por ciento de los hidrocarburos a ningún país. ¡Y se dice tal cosa cuando ya se exporta a Estados Unidos más del 80 por ciento de nuestra producción!

Es necesario precisar aquí algunas cuestiones para que los universitarios luchemos unidos. El petróleo y el gas deben ser cuidados celosamente para el futuro cercano. Ya dijimos que lo ideal sería no usarlos como combustible, pero sabemos que eso es imposible en la sociedad actual. Una buena política será aquella que disminuya al máximo el uso de los hidrocarburos como combustible.

Urge evitar la quema de gas en la atmósfera. Pemex oculta desde hace un año las cifras de producción de gas seco y de gas asociado para que no se reclame la quema del gas. Sin embargo, se sabe que en la Sonda de Campeche, esto es, en el mar, se produce un millón de barriles diarios de petróleo. Ese aceite trae asociado, cuando menos, mil doscientos pies cúbicos de gas por barril que se queman en el aire. Son entonces 1.2 miles de millones de pies cúbicos de gas quemados en la atmósfera. Y debe saberse que la tercera parte de las reservas del país son gas natural. Ese gas de la Sonda de Campeche vale, en el comercio internacional, 5.4 millones de dólares. Se queman así 124 millones de pesos cada día; dinero suficiente para pagar el salario mínimo en el Distrito Federal de

760 mil mexicanos.

La lucha por la defensa del gas natural debe darse a nivel internacional. Los países de la OPEP queman en la atmósfera gas equivalente a mil millones de barriles de petróleo crudo cada año (reporte de la OPEP, 1978), sólo para surtir de crudo a las naciones desarrolladas.

México, como nación petrolera subdesarrollada, debe entender que el petróleo produce empleos donde se consume, no donde se produce. El personal necesario para extraer ahora 2.5 millones de barriles diarios no llega a los 150 mil trabajadores. Y la fuerza de trabajo mexicana es de 20 millones. En México, un barril quemado en la industria, en el transporte, en el campo, produce 7 empleos. Hay que entender que los 11.2 millones de asalariados trabajan gracias al petróleo en un 87.6 por ciento. En cambio, para producir un empleo remunerado, se sabe que hace falta invertir 500 mil pesos; dinero que se obtiene vendiendo 640 barriles de petróleo. Si suponemos que la eficiencia de la actual administración de Pemex es tal que obtiene el 50 por ciento de utilidad bruta en la exportación de hidrocarburos, se necesitará exportar nada menos que 1,280 barriles de petróleo para tener dinero suficiente para crear UN SOLO EMPLEO en México. Se ve así que un barril de petróleo consumido aquí, produce 9 mil veces más empleos que un barril exportado.

Los dólares que lleguen en el futuro por concepto del saqueo de hidrocarburos que sufrimos, exigen que compremos bienes elaborados en el exterior. Los dólares sólo son garantía para el gobierno norteamericano, ya que se canjearán por bienes producidos en ese país. Por eso, en los países árabes —Kuwait es el protagonista de la noticia más reciente— los dólares que entran por el petróleo son gastados en Europa y el resto del mundo. Bienes raíces, empresas, tesoros artísticos, joyas, son las cosas más solicitadas por los jeques. Pero en tanto, los árabes viven en la miseria.

México necesita invertir las divisas que recibe —ahora por concepto de préstamos— en desarrollar la industria, la agricultura y la pesca, fundamentalmente. Pero no se puede olvidar que para lograr este desarrollo hace falta el transporte, el cual se hace en un 90 por ciento gracias a los hidrocarburos. Cosa parecida ocurre en el resto del mundo, en donde el 80 por ciento del transporte se realiza con hidrocarburos.



Sin transporte no hay alimentos, pues éstos se producen lejos de los centros de consumo; hay que transportarlos.

Es necesario recordar que, por ahora, la energía nuclear no se emplea en el transporte; no sirve para mover barcos, trenes, aviones ni autobuses. Tampoco la energía solar, ni la del viento, la del mar o la de la geotermia.

Es necesario también recalcar que producir energía eléctrica quemando los hidrocarburos es de bárbaros. Destruimos bienes no renovables masivamente. La energía nuclear —cualquier alternativa que se emplee— produce energía eléctrica en forma más barata. Hay que impulsar el uso de dicha energía para producir electricidad; hay que impulsar el uso de la energía solar para satisfacer necesidades domésticas y aprovechar todos nuestros ríos para generar electricidad; hay que sacar a los hidrocarburos de la producción de energía eléctrica lo más que se pueda.

La lucha por lograr un presupuesto decoroso para el desarrollo de la energía nuclear y de todas las otras formas es vital. Pemex tiene casi 2 mil millones de pesos diarios como presupuesto. En un par de días gasta más que todas las entidades encargadas de la investigación y la producción de otras formas de energía en México. Y la alternativa de usar la energía nuclear está a nuestro alcance. De usarse el agua pesada en su producción, México tendrá menos dependencia del exterior.

Los mayores opositores en el mundo, hasta ahora, del uso de la energía nuclear, son los ecologistas, los amigos de la Tierra. A ellos habrá que decir que debemos luchar por una energía nuclear limpia; que estamos de acuerdo en impulsar el estudio y el uso de la energía solar, y el de las demás; que hasta ahora la más limpia de las energías en uso masivo es la hidroeléctrica; pero que no debemos poner veto a ninguna forma de producir energía.

A los ecologistas, amigos de la Tierra que afirman que no existe ni puede existir energía nuclear limpia, hay que recordarles que la naturaleza nos muestra lo contrario. Precisamente la energía que ellos más aman —con toda razón—, la del sol, es nuclear. Hasta donde sé, la energía del sol proviene de la fusión nuclear. La transformación de la masa en energía se da ahí limpiamente; tan limpiamente que nosotros somos producto natural de esa energía, la energía del sol, la energía de la fu-

sión nuclear. ¿Por qué no pensar entonces que los seres humanos podremos, pronto, producir energía nuclear limpia? Las leyes de la naturaleza no son ni amigas ni enemigas nuestras. Se cumplen simplemente. Fatalmente.

Dalmau Costa Alonso

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares  
Benjamín Franklin 161, 6<sup>a</sup> piso. México 11, D.F.

Deseo agradecer a la Sociedad Mexicana de Física la oportunidad que se me brinda de intervenir en un foro de esta naturaleza, en el que se conjugan la presentación de personas caracterizadas por su profunda preocupación sobre la evolución del país y la presencia de un auditorio universitario consciente de los retos y perspectivas nacionales, lo que representa para mí, además de una honrosa satisfacción, una gran responsabilidad.

Hablar hoy en día de la evolución y las perspectivas del desarrollo nuclear de nuestro país, resulta, además de importante, sumamente comprometedor.

Importante porque el tema, en sí mismo, representa una gama de problemas, cuestiones y alternativas que hoy por hoy, se debaten en el mundo entero. Pero además comprometedor, porque la afirmación o la negación de múltiples y determinados aspectos del desarrollo nuclear y el enfoque mismo en su tratamiento, deja entrever en toda ocasión las aspiraciones sobre el futuro de nuestro país.

El problema no es nuevo. Se planteó desde hace más de quince años, cuando se afirmó la necesidad de instalar una planta nucleoelectrónica nacional. La decisión de construir Laguna Verde, fue el efecto de una primera toma de conciencia respecto a esta necesidad.

Sin embargo, del momento en que fue tomada la decisión sobre la planta de Laguna Verde a la fecha, ha cambiado la situación del país y el panorama energético mundial se ha modificado radicalmente, por lo que nuevos conceptos y opiniones inciden hoy en el análisis sobre el papel que debe jugar la energía nuclear como factor fundamental de cambio en la estructura de la oferta energética.

¿A qué me refiero cuando señalo que el país se ha modificado sustancialmente? ¿Cuáles son los elementos que deseo subrayar cuando afirmo, no sólo la necesidad, sino la urgencia de que nuestro país implemente a corto y mediano plazo un programa nuclear nacional coherente, inscrito



dentro de nuestras más caras tradiciones nacionalistas?

Un pequeño esbozo de las manifestaciones socioeconómicas que dejó entrever la crisis de 1976, nos permitirá enfatizar dichos elementos.

En 1976, la economía mundial vivía ya casi tres años de crisis. Se trataba de una de las crisis más profundas que la economía internacional experimentaba desde 1929.

Dentro de esta situación internacional crítica, el país experimentó y manifestó un sinnúmero de desequilibrios internos, que se expresaron explosivamente en el anuncio de la devaluación, y el cambio del sistema de paridad fija con el dólar por el sistema de flotación.

Para ese año, la producción nacional había disminuido radicalmente. De una tasa real de crecimiento del 5.7 en promedio, mantenida de 1971 a 1975, se descendió a una tasa de crecimiento real del PIB de 2.1 y 3.3 durante 1976 y 1977.

Esta baja expresó el fuerte estancamiento agropecuario e industrial. Manifestó también, un grave desequilibrio fiscal y un notable aumento de la deuda externa: el déficit en cuenta corriente, se elevó entre 1970 y 1975 de 946 millones de dólares a 3,692 millones de dólares.

Asistimos a la más dramática expresión del agotamiento de una estrategia de desarrollo; hubo retracción, tanto de la producción, como del empleo; se debilitó la formación bruta de capital; se incrementaron aceleradamente los precios; el sistema bancario se dolarizó tremendamente; y, como ya se mencionó, los desequilibrios externos se agudizaron.

Todo esto dió lugar a un gran número de desequilibrios sociales obvios, que pusieron al país ante una de sus crisis más agudas.

Los efectos globales de una recesión económica, con una acelerada inflación, se dejaron sentir unívocamente en el país. Se planteó, entonces, la urgencia y el reto de superar la situación, no ignorando las tendencias internacionales de la economía y el desarrollo mundial, pero tratando de reconocer las especificidades de los factores internos que habían influido en esa situación crítica nacional.

Una perspectiva de superación debía afrontar los problemas principales que se habían dejado ver y debía hacerlo con una sólida base, tanto económica, como social, que permitiera no sólo una recuperación parcial y momentánea, sino más radical y definitiva y que no sólo supu-

siera una recuperación económica, sino también una recuperación social, es decir, que ampliara notablemente la producción, pero también el empleo; que restableciera altas tasas de crecimiento económico, pero también la evaluación del poder adquisitivo de los trabajadores del país, quienes se vieron profundamente afectados por la crisis.

En este contexto las tendencias internacionales en algunos de sus efectos, permitieron contemplar las condiciones para una recuperación más definitiva de la economía nacional: la clara expresión mundial de una crisis energética internacional, aunada a la explicitación y el conocimiento público de importantes reservas mexicanas de hidrocarburos, permitieron la elaboración de consideraciones, hasta cierto punto optimistas, en torno a los términos y la naturaleza de la recuperación nacional.

A diferencia de otros países en vías de desarrollo, se afirmó que México contaba con una materia prima energética revaluada internacionalmente que le permitía enfrentar la crisis de forma más decidida.

Las condiciones de la recuperación, sus límites y perspectivas, fueron objeto de un amplio debate nacional en el que no sólo participaron los responsables de la administración pública, sino también intelectuales, grupos de oposición, científicos y técnicos y organizaciones sindicales.

Pese a lo restringido del debate en razón de la naturaleza propia de la información y los términos del mismo, es importante reafirmar, contra lo que en ocasiones se ha dicho, la necesidad de que los grandes problemas nacionales se abran cada vez más a la discusión pública.

El foro de hoy y nuestra participación en él, se inscriben en este orden de cosas. Creemos que nuestra presencia, lejos de ser formal, representa, como hemos dicho, una responsabilidad intelectual y política seria, en orden al desentrañamiento de caminos para el diseño, no de un proyecto nacional ingenuo, sino profundo y consciente de sus límites y perspectivas.

Aspiramos a colaborar para que en este proyecto nacional se articulen una estrategia energética nacionalista respecto a la explotación y uso de los hidrocarburos, y una opción bien definida frente al desarrollo de la ciencia y tecnología nucleares en el país.

Dentro del debate nacional se manifestó el problema de la utilización del petróleo como palanca de desarrollo. Esta utilización no era, se dijo, trivial ni sencilla: en dicha utilización estaba en juego la tradición independiente y soberana de México, ya que el país, con tal potencial de hidrocarburos, tendía a inscribirse más profundamente en las tensiones internacionales que expresaban la pugna por las materias primas energéticas pertenecientes a los países en vías de desarrollo.

La pugna encabezada por los países imperialistas, sobre todo contra la OPEP, devino en un progresivo aumento de los precios internacionales de los hidrocarburos a partir de 1973. Este comportamiento, dejó entrever que México se vería sujeto cada vez más a las pugnas imperiales por el petróleo y los demás energéticos. E impelió a que el país reafirmara su orientación nacionalista e independiente.

Poco a poco, e inscritas en el debate nacional, se fueron catalizando dos opciones fundamentales frente a la naturaleza de la utilización del petróleo como palanca de la recuperación económica y social del país:

Una primera opción consideró urgente y necesaria la ampliación extensa de la plataforma petrolera en orden a una rápida generación de divisas que permitiera una superación acelerada de la crisis.

Una segunda opción consideró la necesidad de una gradual y progresiva elevación de la plataforma petrolera hasta lograr una cierta estabilización cuantitativa de la misma. La ampliación debía tener en cuenta la capacidad de utilización que pudiera ir teniendo el país para asumir activa y creativamente las divisas generadas por la explotación petrolera.

En este sentido activa y creativamente significaban básicamente la necesidad de tomar en cuenta la capacidad productiva del país —agropecuaria e industrial—, en orden a utilizar las divisas, no a la manera de ciertos países fundamentalmente importadores, cuya oferta de alimentos, vestido y manufacturas básicas de consumo popular, depende del exterior. Se trataría por el contrario, de utilizar las divisas para ir ampliando la capacidad productiva del país —el empleo y la productividad—, sobre todo en las ramas más indispensables para la nación: alimentos, vestido, manufacturas básicas, bienes de capital, etc.



Los planes Nacional Industrial, Global de Desarrollo y Alimentario (SAM), recogieron lo sustancial de esta segunda alternativa: se trata en definitiva de enfrentar la recuperación en base al petróleo, pero dentro de una visión nacionalista e integral y en orden a lograr una autosuficiencia energética nacional.

Esto no significa que se asuma un nacionalismo ingenuo y una visión utópica de la soberanía. Es preciso ser consciente de las principales tendencias del desarrollo mundial para enfrentarlas y asumirlas, máxime cuando vivimos ya una época de una internacionalización de la producción y de los mercados muy profunda e irreversible, que afecta radicalmente a nuestro país.

Las presiones ejercidas para nuestro ingreso al GATT y los efectos que el rechazo de éste implicó para nuestro país en el sistema general de preferencias, los conflictos atunero y tomatero con los Estados Unidos, etc., nos dejan ver que no es viable el nacionalismo abstracto e ingenuo. Por ello es imprescindible una clara estructuración, como ya se intenta, de nuestra estrategia global de desarrollo y una clara visión del modelo de país al que aspiramos.

Dentro de este esfuerzo de estructuración ha sido imprescindible la definición en torno a nuestras alternativas energéticas. La crisis energética mundial se presentó en el contexto de un deterioro de las condiciones de desarrollo de la economía mundial. Y generó una agudización, como se ha dicho, de las luchas interimperialistas por el control de las materias primas energéticas en el mercado mundial. Este control comprende, tanto la materia prima en sí, como su precio, ya que este último control, permite la apropiación de fuertes ganancias extraordinarias a los países productores.

Dentro de esta tensión, hay que explicar los intentos de reivindicación de la OPEP, y, por otra parte, las presiones hacia países como México para que amplíen sus exportaciones, en orden a resolver la "urgencia energética", urgencia que, por lo demás contiene una buena dosis de ficción, creada por los monopolios internacionales para poder acaparar materias primas energéticas a precios relativamente bajos.

Fue éste el contexto en el que cobró vigencia y se profundizó la importancia de energéticos alternativos a los hidrocarburos: alternati-

vos, tanto a nivel de abastecimiento, como de costos.

La preocupación, dentro de esta situación global, adquirió importancia en México, donde, día a día, se ha ido profundizando el convencimiento de que la vía alternativa más importante para la generación de energía, es la vía nuclear.

La implementación en nuestro país de la vía nuclear, es decir, del desarrollo de la ciencia y la tecnología nucleares, también ha sido objeto de debate.

Desde el foro nuclear nacional de 1978 y la polémica en torno a la ley nuclear, hasta las opiniones que se vertieron a raíz de la retención del uranio enriquecido por parte de Estados Unidos, no han dejado de manifestarse inquietudes y preocupaciones legítimas por esta alternativa.

Existe ya un claro consenso nacional de la urgencia por implementar esta vía. Se diseña ya un plan nucleoelectrico nacional que incorpore los contenidos más lúcidos que han surgido del debate y la discusión, en orden a generar una industria nuclear nacional sólida.

Los retos nacionales e internacionales, para que México implemente un programa nuclear a mediano y largo plazo, son muchos y diversos. Sin embargo, creemos que también son muchas las posibilidades y ventajas.

Los problemas para la implementación de un programa nuclear, no se reducen, como en ocasiones se ha afirmado a una buena elección de reactores, como si unos fueran los buenos y otros los reactores malos. Así se han manejado, por ejemplo las opciones entre uranio enriquecido y agua pesada.

Y las ventajas, a su vez, no se reducen a la generación de energía eléctrica barata.

Una y otra afirmación, representan simplificaciones, que lejos de clarificar los problemas y especificar las ventajas, retrasan la toma de conciencia, respecto a la opción nuclear en nuestro país.

Tanto a nivel de retos y problemas, como a nivel de posibilidades y ventajas, la opción nuclear entraña una complejidad que intentaremos enseguida describir.

Existen diversas alternativas energéticas: carbón, geotermia solar, hidrocarburos, hidroeléctrica, eólica, nuclear, etc.

De entre todas ellas, la energía nuclear ha experimentado un desarrollo que resulta favorable para los países que tienen posibilidades, tanto de obtención de la materia prima, como de la tecnología.

La energía nuclear es una fuente capaz de contribuir de forma significativa a la oferta energética. El origen bélico de la energía nuclear no ha favorecido su aceptación. Se han creado sectores que la rechazan como fuente alternativa eficiente. Sin embargo, resulta importante cuestionar si por su origen y por ciertos usos, es preciso rechazar los beneficios de la utilización de la energía nuclear en usos pacíficos, como la generación de energía eléctrica, el uso de radiaciones y radioisótopos en aplicaciones industriales, la aplicación de técnicas nucleares a las ciencias biológicas: salud, alimentación, ambiente, etc.

En nuestro país, la energía nuclear tiene una situación de privilegio: se han descubierto reservas importantes de uranio, y se cuenta ya con un nivel de recursos humanos capacitados para implementar en breve el plan nucleoelectrico nacional que comienza con Laguna Verde.

La elaboración del plan está en marcha, aunque existen aún algunos aspectos sobre los que es preciso decidir, aspectos que se derivan de los retos que supone la implementación técnica de la energía nuclear y sus implicaciones económicas y políticas para el país.

La implementación nuclear en nuestro país debe ser acelerada, es decir, nuestro país no debe ser capaz sólo de esperar el tránsito de la fase petrolera a la fase nuclear, sino también de producirlo, lo que supone además la preparación para asumir la transformación cualitativa que el tránsito a una fase nuclear supone, tanto a nivel científico-técnico, como económico, social y político.

Se trata de una fase, donde es preciso el dominio de una tecnología avanzada. Y en orden a este dominio, se han tomado ya algunas decisiones importantes: modernización de la infraestructura económica, financiamiento e impulso tributario a proyectos industriales prioritarios, mecanización e impulso general al agro, aliento a las ramas industriales de bienes de consumo masivo. En particular, para el campo nuclear, el esfuerzo por lograr una eficiencia operacional.

Esta eficiencia operacional, supone entre otras cosas, la elección adecuada del tipo de tecnología y de los mecanismos de transferen-



cia que habrán de utilizarse, ya que esta elección, habrá de facilitar o dificultar las tareas propuestas.

Esto naturalmente involucra el o los tipos de reactores que deberán utilizarse, evitando, desde luego, opciones de tipo maniqueísta, pues la selección para un plan nucleoelectrico como el propuesto es más compleja y tiene implicaciones que van más lejos que un simple adjetivo calificativo.

La opción electiva entre un tipo de reactor y otro, ya sea de uranio natural o de uranio enriquecido, es engañosa. En ambos está implícito un desarrollo tecnológico que debemos ser capaces de asumir. La elección, por ejemplo, del reactor de uranio natural y agua pesada, aunque nos permite una mayor autonomía, en cuanto al manejo del ciclo del combustible, nos encerraría en el desarrollo de un cierto tipo de tecnología. Lo mismo pasaría con la elección del otro tipo de reactor en cuanto al enriquecimiento del uranio.

Por tanto, nuestra elección debe ser flexible y múltiple, en la medida en que las opciones así lo sean. No podemos comprometer al país con una opción única, antes de experimentar ampliamente las diversas posibilidades tecnológicas y encontrar aquéllas que resulten más convenientes al desarrollo del país.

Esto sobresa le y se entiende más, si consideramos que no es posible que nuestro país acceda a una tecnología que nos haga capaces de implementar a corto plazo todos los aspectos del desarrollo nuclear, pues los países desarrollados, con el pretexto de evitar la proliferación de armas nucleares, mantienen un control monopólico sobre la tecnología, que se encuentra en manos de unas cuantas compañías.

Por ello podemos afirmar que uno de los principales retos que debe vencer cualquier programa nucleoelectrico nacional, es el de dar plena vigencia al tratado de no proliferación tanto en sus aspectos limitativos como en aquéllos referentes a la obligación entre los signatarios a prestar la asistencia técnica necesaria para el desarrollo de los usos pacíficos en la materia, y así vencer el control monopólico internacional al que se ha visto sujeta la tecnología nuclear.

Existe un consenso mundial, en muchas ocasiones contradicho por las potencias imperialistas, respecto a la necesidad de facilitar a los

países menos desarrollados, la tecnología necesaria para su desarrollo nuclear.

Este consenso, en nuestro caso, se ha fortalecido con la permanente insistencia nacional en dos aspectos que siempre han enmarcado los convenios de intercambio tecnológico para México: el carácter incondicionado de estos intercambios y el carácter pacífico que hemos asociado a toda aplicación de la ciencia nuclear.

A través de múltiples acuerdos internacionales, México ha señalado y subrayado estos dos principios básicos: transferencia tecnológica irrestricta y aplicación pacífica.

Toda opción de transferencia tecnológica que no suponga la concomitante implementación de una eficiente labor de ingeniería de detalle, independientemente de su especificidad, será incompleta para el país dado que sin dicha función no seríamos capaces de asumir el conocimiento necesario para el desarrollo de una industria nuclear independiente.

Mientras no controlemos el proceso de diseño de nuestra propia alternativa nuclear, seguiremos dependientes en gran medida de presiones y controles monopólicos extranjeros.

La experiencia petrolera ha demostrado que somos capaces de desarrollar la ingeniería de detalle. De igual manera, podemos desarrollarnos en ese sentido en materia nuclear.

Esto no significa, sin embargo, posponer el programa nucleoelectrico. Por el contrario. Es preciso agilizarlo, para sostener la decisión respecto al nivel de nuestra plataforma petrolera, la cual, en un momento dado, exigirá fuentes alternas de energía. Este margen deberá ser cubierto por la generación nuclear de la energía eléctrica.

Si no se implementa ya un programa nucleoelectrico con esa visión, seremos deficitarios o deberemos modificar nuestros planteos respecto a la explotación petrolera y los márgenes de exportación.

Pero para aquel momento, nuestro país deberá haber avanzado suficientemente en la ingeniería de detalle, núcleo básico para romper la dependencia tecnológica en materia nuclear.

De gran importancia para la implementación de un plan nucleoelectrico nacional, es el aprovechamiento de la capacidad industrial para la fabricación de maquinaria y equipo nuclear. Es importante ir desplegando

esfuerzos para garantizar este proceso de industrialización, esfuerzo concomitante al desarrollo de la ingeniería de detalle.

Finalmente un reto sumamente importante es el de la formación de recursos humanos. Es preciso capacitar personas en el área de la actividad nuclear; personas que no sólo estén listas para asumir el tránsito a la fase nuclear, sino que incluso sean capaces de provocar y propiciar dicho tránsito.

Necesitamos formar recursos para la investigación nuclear, recursos para la sustentación eficiente del plan nucleoelectrico nacional; recursos que, prospectivamente, sean capaces de ir desarrollando y fortaleciendo una industria nuclear integrada.

Para ello, requerimos, tanto de personal científico-técnico, como de personal apto para el tratamiento económico, social y político de la energía nuclear y sus aplicaciones pacíficas. Personal con una nueva mentalidad; capaz de reconocer la importancia del desarrollo de la ciencia y la tecnología nuclear; y capaz de subrayar la trascendencia económica y política que tiene el tránsito de nuestro país a la fase nuclear. Insistimos en la necesidad de personal con una visión profundamente nacionalista, que no juegue con los destinos del país y que esté consciente de la necesidad de que el progreso esté puesto cada día más al servicio de las grandes mayorías.

El tránsito hoy, la plena fase nuclear, mañana, exigen nuestra adaptación eficiente dentro de nuestra tradición nacionalista de independencia y soberanía.

Con la energía nuclear, sobrevendrán cambios y transformaciones sustanciales a nuestro modelo de desarrollo; es preciso estar preparados para asumirlos y orientarlos en beneficio de la nación.

Nuestra economía, nuestra sociedad, nuestro Estado mismo, deberán ser capaces de reconocer la nueva etapa que se vislumbra. Por ello, insistimos hoy en la necesidad de prepararnos en todos sentidos para este tránsito.

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares pretende ser, como se ha explicado en diversas ocasiones, el eje en torno al cual se impulse el desarrollo y la capacitación de la comunidad científica y tecnológica hacia una etapa de adaptación y adecuación nucleares.



A través de sus tareas y programas, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares pretende responder a la necesidad que el ingreso a la fase nuclear supone. Desea responder eficientemente a la implementación de un plan nucleoelectrico, implementación que por su propia naturaleza requiere de un tiempo grande de maduración.

Creemos que este tiempo, puede ser bien aprovechado para desplegar esfuerzos orientados a romper nuestra dependencia tecnológica en materia nuclear.



Marco Antonio Martínez Negrete

Departamento de Física  
Facultad de Ciencias, UNAM

1. Antes que nada, quisiera expresar mi reconocimiento a los trabajadores nucleares, porque su denodado esfuerzo por debatir abiertamente las cuestiones energéticas nacionales, la nuclear en especial, ha hecho posible que hoy estemos aquí reunidos para tratar el tema, y tal vez ha propiciado la formulación del Programa de Energía, que el Gobierno ha dado a conocer en los periódicos del día 19 de noviembre de 1980.

Quisiera explicar también, brevemente, por qué sin ser un especialista de las cuestiones nucleares, participo en esta Mesa Redonda. En primer lugar, porque los físicos más capacitados se han desligado de una manera u otra de tratar públicamente el problema, y es así que en vez de estar en la Mesa, están ausentes. Ello no es más que un caso particular de la marginación que la así llamada "comunidad científica" en general, y la de física en particular, guarda respecto a los problemas de México. Por otra parte, existe el hecho de que la energía nuclear conlleva muchos problemas en su aplicación, lo cual es asunto de debate y polarización internacional. Los principales problemas no resueltos se refieren a su inseguridad, a los daños genéticos y a la salud causados por la radiación, al almacenamiento de los desechos, a la contaminación ambiental, al reforzamiento de la proliferación de los armamentos nucleares, etc., y más concretamente para el caso de países como el nuestro, a la dependencia tecnológica, y a otros más conectados con la falta de infraestructura industrial y recursos humanos para su asimilación. Alrededor de estas dificultades se han venido manifestando, en México y en el Mundo, opiniones diversas aunque, para el caso de nuestro país, se oyen más las voces que no ven problema alguno en el desarrollo nuclear, como para justificar el desarrollo generalizado de otras fuentes de energía. Junto con lo anterior, y tomando en cuenta que la mayoría de los problemas anotados son en el fondo de carácter político y moral, es que se hace necesario sacar a luz este carácter e informar al público científico, y



al general, sobre las opiniones de otros especialistas en la materia. Esto me propongo como objetivo en mi ponencia, y para hacerlo no se necesita ser experto.

2. La cuestión de si la energía nuclear se desarrolla o no en México, es parte de un problema más general y fundamental: se refiere a la solvencia energética de nuestro país frente al agotamiento inevitable de los recursos energéticos no-renovables (carbón, petróleo, uranio), y su reemplazo por fuentes renovables, pronto alternativas, de energía (geotermia, sol, hidroelectricidad, etc.) en un marco socioeconómico de mayor igualdad que el actual, con el cual es concomitante.

Desde luego, los distintos participantes no se plantean del mismo modo el problema energético, resultando así que el papel asignado a cada fuente energética particular sea diferente también. Para nosotros, la energía nuclear es incompatible con la propuesta meta de solvencia energética en el largo plazo, pues se trata de un recurso no renovable, y los ingentes recursos de capital y humanos que requiere su implantación inhibirían el desarrollo masivo de las fuentes renovables. Además, el carácter centralizado de su ciclo de combustible, su acoplamiento a formas intensivas, y también altamente centralizadas de la producción son incompatibles con otras formas de organización social mucho menos injustas que las actuales, para no hablar de los riesgos que presenta para la salud y la especie humana. Con toda seguridad esta última razón es la principal, y a la que habría que darle el lugar que merece

3. Definido el punto de llegada, cabría preguntarse sobre las condiciones dinámicas del punto de partida. Lo que nos encontramos al nivel de países es la división en centrales y periféricos, o altamente industrializados y subdesarrollados, explotadores y explotados, según lo que se prefiera ver. Esta división tiene sus raíces históricas en el siglo XV, si atendemos a la relación de México con Europa. Pero al interior del país también se da una polarización entre sectores sociales, de suerte que puede hablarse similarmente de centro y periferia, o de explotadores y explotados. La dinámica que explica esta diferenciación, parece que gobierna también, hasta hoy, la forma como se producen, distribuyen y consumen los energéticos. Las estadísticas muestran el ensanchamiento creciente de las diferencias al pasar del tiempo, sobre todo

a partir de la Segunda Guerra Mundial<sup>(1)</sup>. Si nos fijamos en el consumo de energía, la Fig. 1 muestra la división entre países ricos y pobres. La desproporción creciente del consumo es válida prácticamente para cualquier recurso considerado vital hoy día. Su expresión no escapa al consumo de alimentos, los cereales por ejemplo (Fig. 2). Las diferencias cuantitativas son de la misma forma si miramos al consumo de recursos al interior de cualquier país capitalista, siendo la brecha más grande cuanto más subdesarrollado o explotado lo sea.

Las evidencias totales, en particular las que presentaremos luego, permiten afirmar que la energía nuclear tendería a agravar las diferencias.

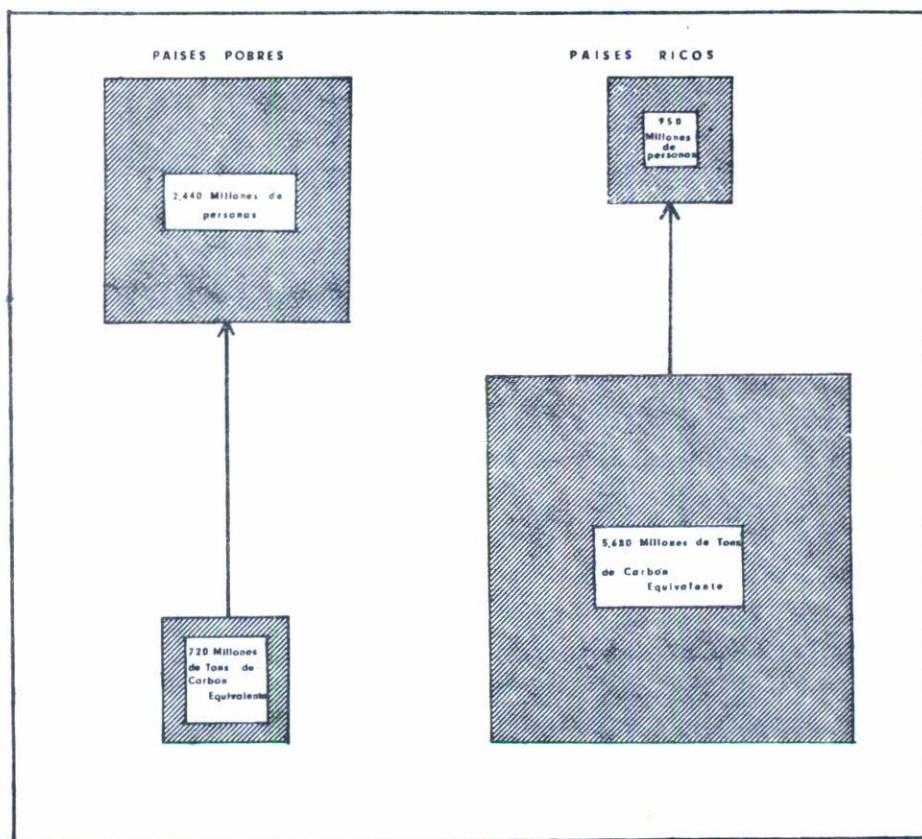


Fig. 1. Población y consumo de energía en las naciones ricas y pobres<sup>(1)</sup>.

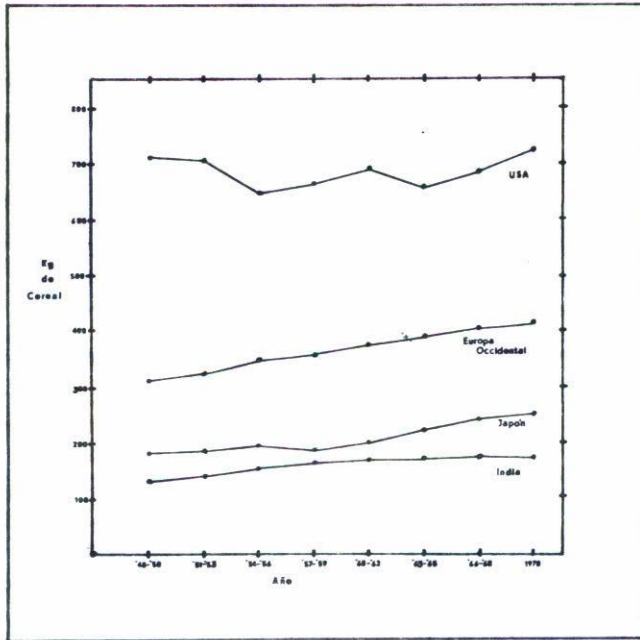


Fig. 2. Consumo per cápita de cereales <sup>(1)</sup>.

Otro elemento de la dinámica del procesamiento de los recursos, en especial los energéticos, aparte de la desigualdad social con que se hace, lo constituye su explotación intensiva y el desperdicio generalizado como característica prácticamente universal. En algunos países altamente industrializados, como los Estados Unidos, el hecho anterior ha llevado a algunos sectores a reconocerlo como un factor importante de inestabilidad del país con el medio ambiente y con otros países, asignándosele un papel primordial en el establecimiento de la paz mundial <sup>(2)</sup>.

Todo dicho en esta forma general, pareciera plantearse una dinámica global como la esquematizada en la Fig. 3, en la cual por "ruta dura" se entiende la actual de consumo y desperdicio intensivo de energéticos no renovables, asociada a la explotación similar de los otros recursos, y a formas de organización social altamente centralizadas y represivas para el hombre y la naturaleza, con un alto índice de posibilidades de conflagración mundial <sup>(2)</sup>. Por "ruta blanda" se entiende lo contrario, donde las sociedades producirían mediante el uso de energéticos y recursos renovables (reciclados). Las formaciones sociales tendrían



entonces que cambiar radicalmente. Las decisiones que hoy se tomen en el sector de los energéticos afectarán y limitarán el tránsito a sociedades más justas; de ahí que, en este planteamiento, sea hoy imperativo detener el avance de la energía nuclear. Esta será, además, esencialmente insegura para la sobrevivencia de la especie humana, mientras subsistan las causas de la doble explotación indicada en la Fig. 3.

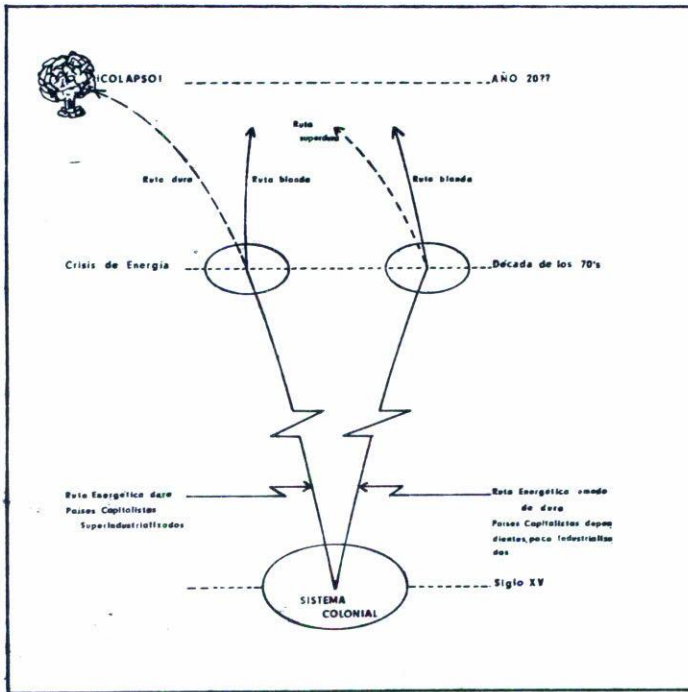


Fig. 3 Origen, presente y posibles futuros del procesamiento de los recursos, la energía en particular. La brecha entre ricos y pobres no está dibujada a escala, pero no se apartaría mucho de un ajuste exponencial.

4. Las gráficas mostradas hasta ahora arrojan con claridad la conclusión de que si la llamada "crisis energética" es usada en los países centrales como argumento para justificar la comercialización de la energía nuclear, tal razonamiento no puede ser válido en países como el nuestro, en crisis energética y proteínica desde el siglo XV.

Si ahora analizamos en México el consumo de electricidad (sector al cual el Programa de Energía le da una gran importancia por su conexión

con el desarrollo de la gran industria, pues ahí es donde la nucleoelectricidad contribuiría), nos encontramos con lo siguiente (Fig. 4): que el 50% del consumo es industrial (a precio de subvención), en tanto que el 15% es para el sector doméstico (a precio más cercano al costo de producción) y sólo un 6% para el sector agrícola. Hay un marcado desbalance, pues se privilegia a la industria central, principalmente. Si vemos lo que sucede al interior del sector doméstico mismo (Fig. 5), se observa que un 28% de la población mexicana no conoce la electricidad, mientras que el 61% (básicamente los grandes centros urbanos) consume el 98%. Así, el desarrollo de la energía nuclear encaminada a la producción de electricidad tendería a acelerar, al punto de vista del consumo, las diferencias entre el campo y la ciudad, en la producción entre la industria y la agricultura, y socialmente, la brecha entre ricos y pobres.

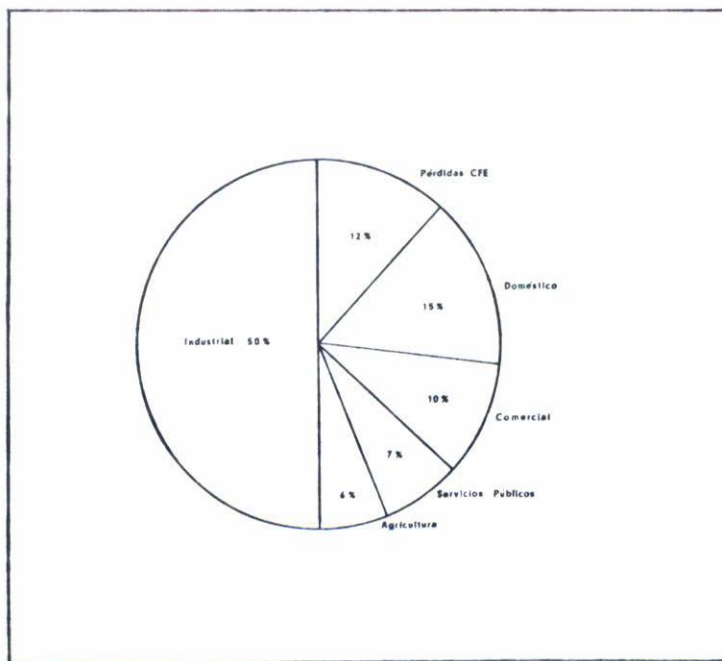


Fig. 4. Consumo de electricidad por sector<sup>(3)</sup>.

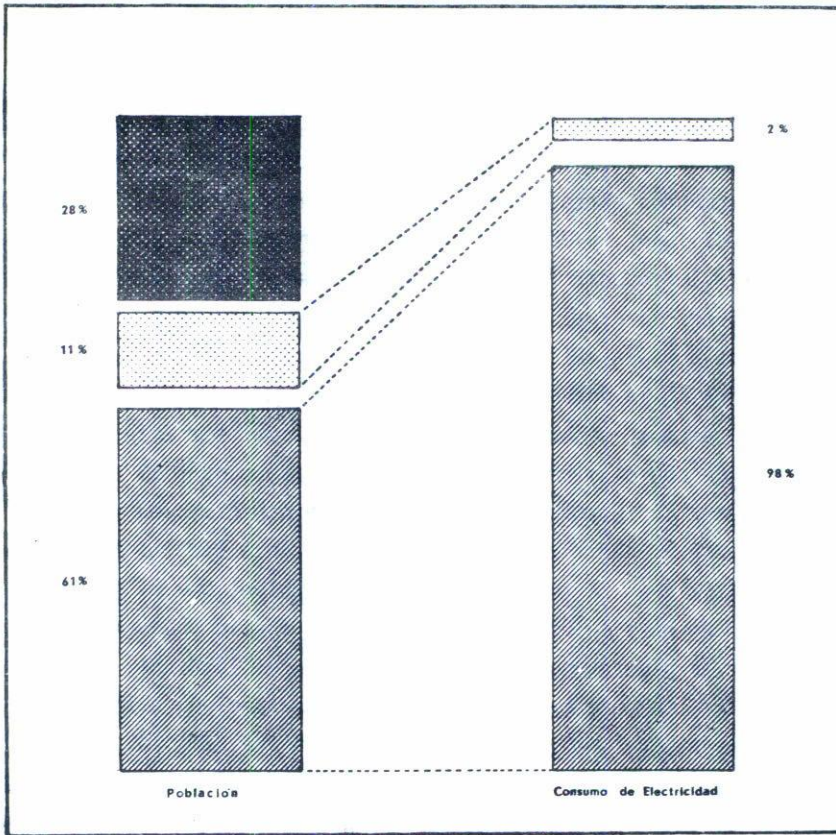


Fig. 5. Consumo doméstico de electricidad<sup>(3)</sup>.

5. Hemos mencionado que la pregunta: ¿A dónde se quiere llegar energéticamente en México?, tiene varias respuestas. Seguramente sucede lo mismo con la pregunta: ¿De qué se parte? Y, con mayor razón, muy diferentes serán los Programas Energéticos para la pregunta: ¿Cómo llegar? Algunos programas se plantearán para tratar de modificar la realidad (dentro de los límites de la relación de contención tecnología-sociedad), otros para preservarla como está, en lo que podría llamarse "solución más de lo mismo". Pensamos que cualquier proposición que le dé un papel a la energía nuclear, cae dentro de estas últimas. Un programa de energía no puede ser ecléctico, si se trata del primer planteamiento.



Quisiéramos mostrar ahora que aparte de los problemas ya universalmente reconocidos, asociados con el uso de la energía nuclear y que han provocado su rechazo total o parcial en un buen número de sociedades mejor informadas que la nuestra (Austria, Suecia, Estados Unidos, Alemania Federal, Suiza, Australia, etc.), para el caso de México habría al menos tres argumentos extra a tomar en consideración.

En primer lugar, y desde el punto de vista del balance energético, no es necesario introducir la energía nuclear para producir electricidad, pues ésta se puede generar (o producir un efecto semejante) por otros medios, factibles hoy día. Ello aun si aceptamos como válidas al futuro las proyecciones de la demanda de electricidad, las cuales aquí y en cualquier país siempre se ha demostrado a posteriori ser exageradas. De acuerdo entonces con el mismo Programa de Energía, puntos 60 al 63, es posible, mediante la introducción de medidas de conservación y racionalización de energía, ahorrar la suficiente como para hacer innecesaria la nucleoelectricidad. Si tomamos en cuenta, también, que el potencial hidroeléctrico no ha sido utilizado plenamente, podría obtenerse el equivalente de varias plantas nucleoelectricas antes de 1990. Si, además, se evita quemar directamente en la atmósfera el gas asociado a la explotación petrolera, el cual es recuperable en un 88% (ver Fig. 6), y se le utiliza en termoeléctricas convencionales con los factores de planta históricos, se obtendría una generación de electricidad equivalente a 4-5 nucleoelectricas del tamaño de Laguna Verde, funcionando a plena capacidad instalada. Ello tomando el dato de 1980 de 800 millones de pies cúbicos para la cantidad de gas quemado<sup>(5)</sup>. Si consideramos que para 1990 la cantidad de gas desperdiciada será prácticamente del doble<sup>(3)</sup>, su utilización equivaldría entonces a 10 Lagunas Verdes funcionando a plena capacidad (factor de planta de 1), pero comparable a 25 Lagunas Verdes, si éstas funcionaran a sólo el 40% de su capacidad instalada (que es el factor de planta histórico de las nucleoelectricas, debido principalmente al paro por accidentes, algunos tan graves como el de Browns Ferry y Harrisburg, y otros menores pero más frecuentes). Por otro lado, los costos de las termoeléctricas son mucho menores que los de las nucleoelectricas, por lo que la descapitalización sería más reducida; en el mismo sentido, la dependencia tecnológica implicada en uno y otro caso

sería muy diferente, pues es más factible desarrollar termoeléctricas limpias en México, que comprar nucleoeeléctricas sucias y caras.

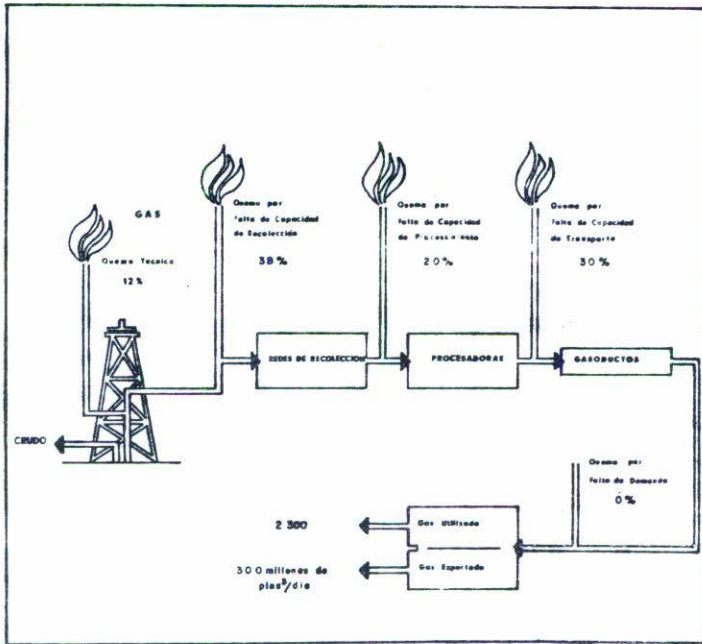


Fig. 6. Gas liberado a la atmósfera por principales causas: 443 millones de pies cúbicos (1979) <sup>(4)</sup>.

En segundo lugar, están las condiciones dudosas en que la energía nuclear ha sido lanzada al mercado. De acuerdo con estudiosos del problema <sup>(6a,6b)</sup>, los reactores nucleares fueron puestos a producir electricidad sin cumplir adecuadamente con la etapa previa de experimentación, la cual se realiza ahora en pleno período de comercialización, a pesar de las denuncias de fallas y riesgos, asociados al sitio de la planta (fallas geológicas, zona de sismicidad, etc.), o al sistema de emergencia de enfriamiento del núcleo del reactor (ECCS). Para Olson <sup>(6b)</sup>, Nelkin y Fallows <sup>(6d)</sup>, en lo dicho radica en parte el origen del movimiento por una energía nuclear segura (convertido en antinuclear después), en los Estados Unidos. Es interesante observar cómo los costos de las plantas se han venido incrementando a causa de las inversiones en aditamentos de seguridad y protección ambiental, que los movimientos antinuclear y ambientalista han obligado hacer a las empresas (Fig. 7). Los costos indi-

cados empiezan a jugar un papel importante, sobre el costo total de la planta, a partir de la década de los 70's, cuando el Decreto de Libertad de Información es invocado por los abogados del movimiento y se descubren tanto el ocultamiento de los datos por parte de la Comisión de Energía Atómica (AEC) sobre las pruebas fallidas del ECCS, cuanto el contenido de los informes Brookhaven de 1957 y 1965. El primero había sido hecho a encargo de la propia AEC, a fin de analizar las consecuencias que para la población tendría un accidente mayor, ocasionado por la fundición del núcleo al fallar el ECCS. El reporte fue entregado en marzo de 1957. Aparte de los miles de muertos y heridos que se pronosticaban, se estimaban en los miles de millones de dólares los daños a la propiedad. En estas circunstancias, ninguna compañía de seguros privada podía tomar la opción. Para evitar que por esta razón la industria nuclear no pudiera salir al mercado, el Gobierno de los Estados Unidos, en septiembre de 1957 (mediante un adendo a la Ley de Energía Atómica: el tristemente célebre "Price-Anderson Act"), limitó arbitrariamente a 560 millones de dólares las obligaciones en caso del peor accidente, de los cuales únicamente 60 millones serían cubiertos por las compañías de seguros, mientras que el resto sería pagado, obviamente, por el pueblo contribuyente. Posteriormente, en 1965, la AEC encargó al Laboratorio Nacional de Brookhaven revisar su informe de 1957, y el resultado fue que, en caso de pasar un accidente grave, podrían morir 45,000 personas, 100,000 quedarían heridas, se inutilizaría por contaminación radioactiva un área del tamaño del estado de Pennsylvania y se causarían daños a la propiedad por valor de 17 mil millones de dólares. Estos datos se ocultaron a la opinión pública y el "Price-Anderson Act" siguió vigente. (¿Cuál será la situación en Veracruz, en caso de un accidente grave en Laguna Verde?). Por estos procedimientos y otros similares, en cuanto a actitud, acumulados al correr de los años, la AEC tuvo que ser disuelta por el Presidente Ford en 1975, no así el "Price-Anderson Act", en su esencia. La AEC no podía ser más ya la punta de lanzamiento de la industria nuclear. Como declarara un comité económico del Congreso<sup>(6b)</sup>, en 1972: "The AEC had developed a serious credibility gap... by suppressing unwelcome evidence of danger and by demoting or firing researchers who have pushed their findings too vigorously. In view of the huge (federal)



investment in nuclear plants, Congress might want to investigate the extent of danger in nuclear plants".

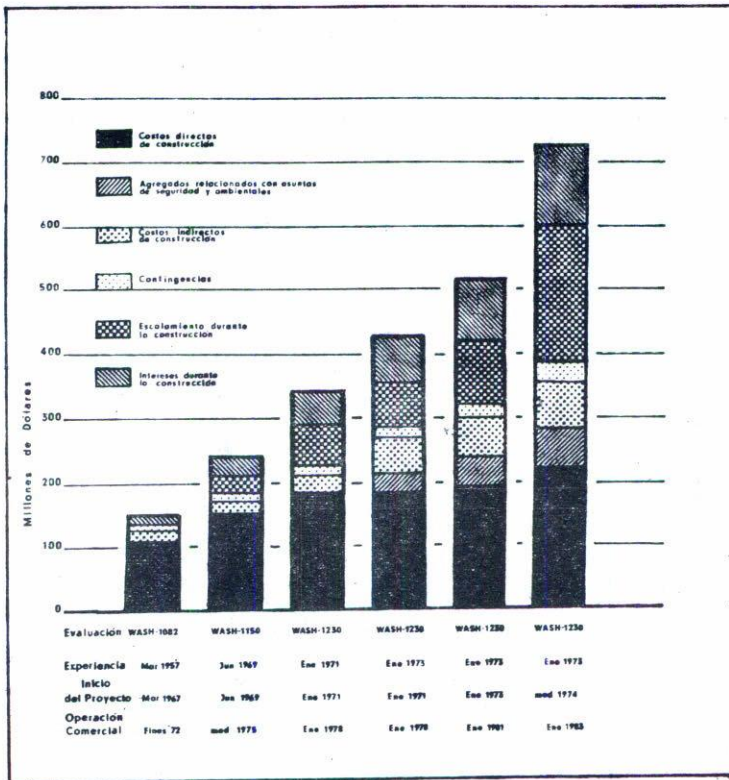


Fig. 7. Elementos del escalamiento de costos de las plantas nucleares <sup>(7)</sup>.

El tercer argumento, por el cual consideramos negligosa la introducción masiva de la industria nuclear en México, proviene de que su desarrollo aquí sería más por razones de salvamento de la crisis económica en que tal industria parece encontrarse (véase la Fig. 8), que por los beneficios que nuestro país pudiera recibir a cambio. En efecto, cualquier empresa nuclear necesita vender un mínimo de plantas para sobrevivir, y si los pedidos no se producen, tal como se indica en la Fig. 8, en gran medida porque la energía nuclear no es aceptada en los países

altamente industrializados, se vuelven entonces hacia los países que, sin necesitar tampoco de ella, pueden sin embargo pagar su cuota de plantas (20 es lo normal para un país petrolero), sea porque cuentan con este recurso vital y/o porque tienen regímenes en los que no hay posibilidad de una decisión democrática.

Resumiendo hasta aquí, vemos que no se justifica la posición acrítica de quienes sostienen que "le tendremos que entrar a la energía nuclear a fuerza".

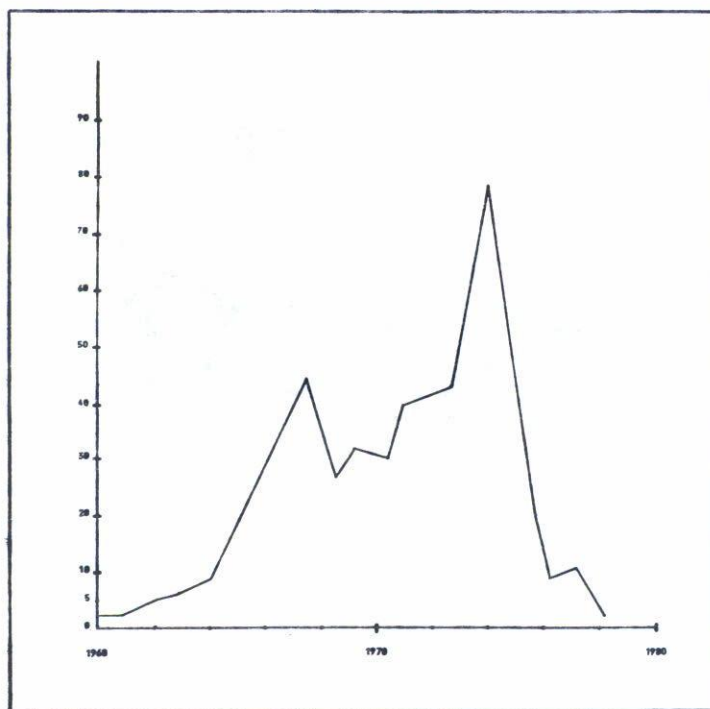


Fig. 8. Nuevas Órdenes de reactores (> 150 MW) en el Occidente. Además, por lo menos unos 20 (¿37?) de ellos han sido cancelados durante los 70's. Fuente: SIPRI (Swedish International Peace Research Institute), en *Ny Teknik*, 43 (1979).

Aparte, ya desde antes se venía manifestando preocupación por los efectos que la radiación de bajo nivel proveniente de las centrales podría tener sobre la salud y la genética humana. Desde su lanzamiento, siempre se ha venido insistiendo, por el lado de la industria nuclear,

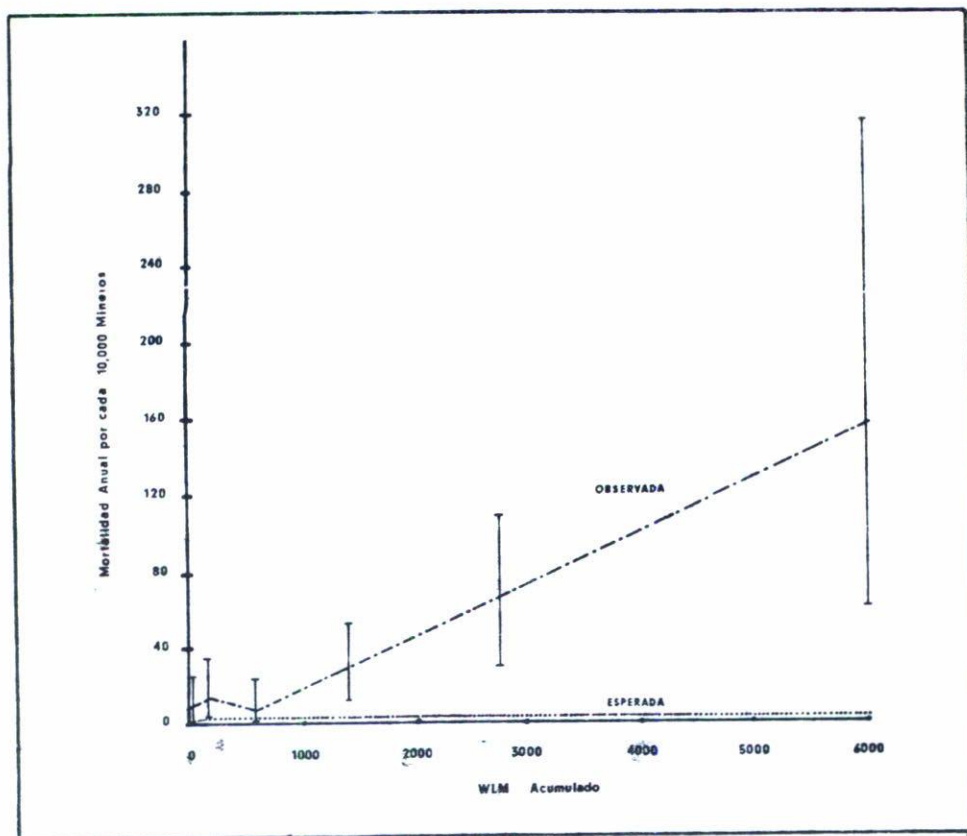


Fig. 9. Mortalidad anual por cáncer de pulmón, observada y esperada, para 10,000 mineros, y límites de confiabilidad a un 95%, en relación a la exposición acumulada al nivel de meses de trabajo (working level months = WLM). Fuente: R.J. Budnitz y J.P. Holdren, *Annual Review of Energy*, 1 (1976) 553.

que en ninguna parte del ciclo general de combustible hay presente riesgo alguno. Pero en la Fig. 9 es mostrada la situación real para los trabajadores de las minas de uranio. La misma discrepancia que existe entre las predicciones de la imposibilidad de ocurrencia de ciertos accidentes, y su acontecer, se sigue manteniendo en la actualidad. Como expresara David Lilienthal, que fue el primer director de la AEC, en el año de 1969, fecha en la cual se publicaron los resultados de Gofman sobre el problema en cuestión: "Once a bright hope, shared by all mankind, including



myself, the rash proliferation of atomic power plants has become one of the ugliest clouds overhanging America"<sup>(6b)</sup>. Esto último valdría no sólo para Estados Unidos, sino también para México, al menos hasta que tales nubes sean disipadas por los proponentes locales. Para ello tendrían que responder a la nación preguntas como: ¿Funcionará la planta de Laguna Verde, y las que se proyectan al futuro, con los aditamentos de seguridad y protección ecológica logrados por el movimiento antinuclear y ambientalista, a partir de la década de los 70's? ¿Dónde se almacenarán los desechos de las plantas, cuando ni en los países altamente industrializados se ha encontrado una solución aceptable? Otras preguntas podrían hacerse, de igual importancia, pero no las repetiremos aquí, pues son del dominio público ya. Pero sí tendrían que ventilarse públicamente, para demostrar que la energía nuclear es limpia, segura, barata y necesaria, antes de tomarla seriamente en consideración.

6. Para terminar, nos referiremos al pretexto batalla de las empresas nucleares para justificar ideológicamente (en un sesgo evidente), la necesidad mundial de comercializar su mercancía. Se afirma que con la nucleoelectricidad se desplazaría a los hidrocarburos del sector energético y se evitaría que los países industrializados dependieran de la OPEP, y que los países petroleros (como México) quemaran "criminalmente" su petróleo para producir electricidad. La falacia y el cinismo del argumento vienen de lo siguiente<sup>(8)</sup>: A nivel mundial sólo una décima parte del petróleo se utiliza para producir electricidad, que es la única forma de energía en que puede convertirse la nuclear hoy por hoy. Las otras nueve décimas partes se gastan en el transporte, en la producción de calor industrial y para calentar viviendas, así como en la obtención de productos petroquímicos para uso agrícola, y para muchos otros usos más. Se espera entonces que exista un acoplamiento débil y no lineal entre el incremento de la nucleoelectricidad y el ahorro de petróleo. De este modo, si en 1975 todas las petroeléctricas de Estados Unidos, Europa Occidental y Japón hubiesen sido reemplazadas por reactores nucleares, el consumo de petróleo por estos países habría bajado sólo en un 12%, en tanto que la fracción del petróleo consumido, que se importa de la OPEP principalmente, habría caído de un 65% a un 60% nada más. Otro dato: Estados Unidos redujo, entre 1978 y 1979, en un 16% la cantidad de petró-

leo usado para producir electricidad, mientras que simultáneamente la producción nucleoelectrica disminuía en un 8%; el ahorro petrolero vino de la conservación y del reemplazo por carbón y gas. Los ejemplos abundan, pero los datos esperamos que basten para mostrar además que al "criminal" responsable de la quema dispendiosa del petróleo habría que buscarlo tal vez en el actual sistema capitalista de producción, y no en los proponentes de una alternativa energética renovable, como se ha pretendido hacer últimamente.

Es precisamente con el desarrollo social de las fuentes renovables como podría esperarse desplazar al petróleo del sector energético.

Quisiéramos adherirnos entonces a la proposición del moderador de la Mesa, en el sentido de que en la Asamblea de clausura del congreso se discuta si la Sociedad Mexicana de Física debiera intervenir oficialmente en el estudio del problema energético nacional. Su importancia lo amerita.

#### AGRADECIMIENTOS

Las gráficas fueron elaboradas por Angel Roberto Torralva, a quien le expreso mi reconocimiento.

#### REFERENCIAS

1. Harrison Brown, Annual Review of Energy, 1 (1976) 1.
2. Amory Lovins, Soft Energy Paths. Towards a Durable Peace, Ballinger (1977).
3. Boletín Informativo del Sector Energético, nov (1980) 28.
4. Memoria de Labores de PEMEX (1979).
5. Citado en: "Por la Defensa del Petróleo", Frente Nacional de Defensa de los Recursos Naturales (18 de marzo de 1980).
6. Para una visión panorámica del desarrollo y los problemas de la energía nuclear, así como para la discusión de casos concretos relevantes, se puede consultar:
  - a. Walter C. Patterson, Nuclear Power, Penguin (1976).
  - b. Mc Kinley C. Olson, Unacceptable Risk. The Nuclear Power Controversy, Bantam (1976).
  - c. Peter Faulkner, La Bomba Silenciosa.
  - d. Dorothy Nelkin and Susan Fallows, Annual Review of Energy, 3 (1978) 275.
7. E. Zebroski and M. Levenson, Annual Review of Energy, 1 (1976) 101.
8. Para detalles, ver:

Amory Lovins, Hunter Lovins and Leonard Ross, Nuclear Power and Nuclear Bombs, Foreign Affairs, Summer 1980.