

Lorenzo Martínez Gómez

## **La alternativa nuclear en México**<sup>\*1</sup>

---

I

EL DEBATE LEGISLATIVO EN MATERIA NUCLEAR

En diciembre de 1977 el Poder Ejecutivo Federal envió al congreso una iniciativa de ley reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en materia nuclear. La iniciativa pretende establecer las bases para la aplicación del programa económico y político del régimen actual de gobierno en el campo nuclear.

La economía nacional está sometida ahora al proyecto económico internacional que el imperialismo ha diseñado en los países capitalistas desarrollados y subdesarrollados, para hacer recaer los efectos de la crisis sobre las clases trabajadoras. En México esas directrices se han traducido en la contracción del sector estatal de la economía en favor del capital privado, en el fortalecimiento del sector energético primario para exportación, la congelación de salarios y la liberación de los precios. Como consecuencia necesaria, en el terreno laboral el gobierno ha reforzado sus aparatos de control sindical y reprimido los movimientos de insurgencia obrera.

Los aspectos económicos fundamentales de que se ocupa la iniciativa son dos: el uranio y el desarrollo nuclear nacional. Para las compañías mineras nacionales y transnacionales resulta muy atractivo ingresar a la actividad extractiva del uranio. Las reservas nacionales de uranio son importantes y su precio es elevado. Hasta ahora el grupo de exploraciones del INEN ha localizado y determinado reservas probadas de 10000 toneladas de óxido de uranio y las estimaciones que se han hecho tan sólo en el estado de Chihuahua indican que hay reservas probables que superan las 100 000 toneladas. En el mercado internacional el uranio se cotiza a 100 dólares por kilogramo (45 dls/libra), es decir, el uranio de Chihuahua podría transformarse en diez mil millones de dólares. Existen también yacimientos uraníferos en Coahuila, Durango, Oaxaca, Sonora y Tamaulipas.

La legislación actual en materia nuclear, reflejo fiel del espíritu y la letra del Artículo 27

---

<sup>1\*</sup> Los elementos que en este artículo se exponen no son producto del trabajo individual del autor. Desde hace algunos años se han venido conformando como producto de una amplia discusión entre profesionales de la energía nuclear miembros de la organización sindical de los trabajadores nucleares y destacados científicos progresistas.

Constitucional, es el obstáculo para la acción del capital privado. Establece la exclusividad de la nación en la exploración, la explotación, el beneficio y la posesión del uranio y de todos los minerales radiactivos.

Seguramente la iniciativa propuesta por el Ejecutivo Federal en materia nuclear no hubiera encontrado una oposición tan amplia si no atentara contra principios tan fundamentales para la soberanía nacional como los contenidos en el Artículo 27 Constitucional. La iniciativa plantea la participación del capital privado en la exploración, la explotación y el beneficio del uranio mediante un régimen de concesiones de maquila.

La ausencia de un proyecto de desarrollo nuclear, o más bien la determinación de crear las condiciones para impedir el desarrollo nuclear en el país, sale a relucir del clausulado de la iniciativa. Como es del dominio público, la iniciativa plantea la tripartición del INEN para sustituirlo por una empresa productiva, URAMEX, una institución de investigación, ININ, y otra más de seguridad, la Comisión Nacional de Seguridad y Salvaguardias.

La separación del área productiva de la tecnología e investigación es altamente inconveniente en una industria donde juega un papel tan importante la tecnología. La industria nuclear es una industria de punta donde la tecnología tiene que estar abordando constantemente los problemas que va planteando un proceso productivo tan complejo. El contenido de la iniciativa es más grave aún. No se contempla en ningún lado ni el desarrollo tecnológico en reactores y combustibles nucleares, ni la eventual instalación de fábricas para producirlos. Puede observarse que a ninguna de las funciones productivas que se asignan a URAMEX le corresponde su contraparte en investigación y desarrollo tecnológico en el ININ, y viceversa, ninguna de las funciones del ININ tiene perspectivas de aplicarse a nivel de producción, porque no están contempladas en URAMEX. La separación de la producción, la investigación y el desarrollo tecnológico, y la asignación de funciones tal como se proponen en la iniciativa, tendría como consecuencia la creación de dos dinámicas ajenas, cada una con sus propios objetivos y ritmo de trabajo. El ININ estaría condenado a la realización de actividades de investigación científica y tecnológica encerradas en el estrecho marco de los problemas que en ella misma se generen. Su dinámica no lo conduciría a la adquisición de una tecnología nuclear propia sino, al igual que muchos otros centros de investigación en México, a ser un apéndice más de los centros de investigación nuclear en las metrópolis científicas de los países desarrollados. En URAMEX, y en las empresas mineras privadas, en ausencia de un desarrollo nuclear propio, el proceso productivo se vería estancado al

concluir el beneficio del uranio. Sólo quedarían dos opciones, como dicen en PEMEX, o tirarlo a la basura, o venderlo al extranjero, "para salir de la crisis". La carencia de tecnología e infraestructura para producir reactores nucleares en el país obligaría a seguirlos importando, como en el caso de Laguna Verde. En beneficio, naturalmente, de la General Electric, Co., y del gobierno vecino que decidirá cuándo y bajo qué condiciones venderá el servicio de enriquecimiento para el uranio mexicano.

En otro terreno, no energético, las funciones de producir, importar, exportar, diluir y distribuir radioisótopos en el país las tiene actualmente el INEN. Particularmente intenso es el consumo de radioisótopos en medicina nuclear. El INEN ha venido surtiendo, a precios razonables, una buena parte del mercado nacional de radioisótopos. Ha establecido una competencia "desleal" con algunas compañías transnacionales importadoras de radioisótopos que operan ilegalmente en el país. Para acabar con esta irregularidad, en la iniciativa no se incluye dentro de las funciones del ININ ni de URAMEX aquellas relacionadas con este negocio de muchos millones de pesos.

Un proyecto económico antinacional como el que inspira a la iniciativa de ley en materia nuclear tenía que acompañarse con una política laboral represiva. Era de sobra evidente que los primeros en oponerse a ese proyecto entreguista serían los trabajadores nucleares, destacados militantes de la insurgencia obrera en el país. Desde hace algunos años se han pronunciado en favor de una política nuclear independiente que guíe el desarrollo nuclear nacional.

La iniciativa no observa las formas más elementales en materia legal. Pretenden incluir en una Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, que se refiere a la soberanía nacional sobre sus recursos naturales, asuntos de carácter puramente laboral, que corresponderían, en su caso, al Artículo 123. Incluyen en el texto de la iniciativa que los trabajadores de URAMEX deben registrarse por el apartado "A" y los de ININ por el apartado "B".<sup>2</sup> Con esta maniobra se asegurarían la división del sindicato. Establecen una lista de puestos de confianza que abarca a más de un 40% del personal actualmente de base en el INEN. Además la política de recontractación, que se incluye en los transitorios de la iniciativa para el personal de las nuevas instituciones, sería selectiva, liquidando a todo aquel personal "que no se requiera".

Amplios sectores de científicos, de técnicos especializados en la materia, de trabajadores y de intelectuales se pronunciaron en contra de la iniciativa. Fue aprobada por el Senado con dos votos en contra. Sin embargo, hecho insólito en México, la Cámara de Diputados decidió posponer su

---

<sup>2</sup> Los apartados A y B aparecen en la legislación reglamentaria del Artículo 123 Constitucional, para regular las relaciones laborales de los trabajadores en México.

discusión, y eventual aprobación, hasta escuchar a todos los sectores de opinión.

La presencia de un número importante de organizaciones de profesionales de la ciencia, la tecnología y otras ramas, que se han manifestado en contra de la iniciativa, ha sido de importancia clave para congelarla. Durante las audiencias públicas convocadas por la Cámara de Diputados, la iniciativa ha sido severamente criticada. El consenso que han arrojado las audiencias públicas es que la iniciativa es anticonstitucional. Se da por hecho que será rechazada el mes de septiembre próximo cuando sesione de nuevo la Cámara de Diputados.

Si bien es cierto que la iniciativa de ley propuesta de aprobarse sería un duro golpe a la soberanía nacional en materia de energéticos, también es cierto que la solución al problema nuclear en México no consiste simplemente en congelarla y dejar las cosas como están. La actual administración nuclear, el INEN, adolece de serias limitaciones por la ausencia de un plan nuclear que guíe acciones y, en consecuencia, por la falta de una estructura adecuada. El presente artículo tiene por objetivo aportar los elementos más importantes para la elaboración de un plan nuclear para el país en el terreno energético. Después de esta breve introducción que presenta al lector la actualidad del problema, se hará una breve exposición de los principales aspectos mundiales de la energía nuclear que pueden ser de influencia determinante en los programas de los países que deseen iniciarse en su explotación. Posteriormente se presentará una revisión de las alternativas energéticas nacionales, comparándolas con las necesidades para determinar en qué medida se requiere en México de la energía nuclear. Finalmente se analizan los aspectos fundamentales en el terreno político, económico y tecnológico para la realización de un plan nuclear capaz de aportar el máximo a las crecientes necesidades energéticas del país.

## II

### ASPECTOS MUNDIALES DE LA ENERGÍA NUCLEAR

La obtención de la energía eléctrica a partir de la fisión del uranio es una tecnología relativamente nueva. Ha pasado solamente poco más de tres décadas del momento cuando Enrico Fermi, en la Universidad de Chicago, logró controlar una reacción nuclear en cadena. El primer uso que tuvo la liberación de la enorme cantidad de energía que se concentra en los núcleos atómicos fue la destrucción de las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki. Este fue el punto de partida, en los países desarrollados, de una desenfrenada carrera por el dominio y la vanguardia en

tecnología nuclear. En el plano internacional la superioridad militar se demuestra con la posesión del arsenal nuclear más cuantioso y más mortífero.

En forma paralela, y como subproducto de la carrera armamentista, se fue acumulando una serie de técnicas que culminaron con el diseño y la instalación de centrales nucleares para producir energía eléctrica. El problema más importante que tuvieron que superar los diferentes centros de investigación encargados de desarrollar esta tecnología fue producir calor de manera controlada mediante una reacción nuclear en cadena. Una vez producida la fuente de calor, el resto consistiría en seguir un procedimiento para transformarlo en electricidad (producir vapor, mover turbinas etcétera). La tarea principal era crear las condiciones físicas para que se produjera, de manera controlada, la reacción nuclear en cadena. Se estudiaron reacciones nucleares producidas con uranio, en diferentes concentraciones de su isótopo fisible (U-235), inmerso en diferentes medios.

En cada país, los centros de investigación se apoyaron en los avances logrados por la tecnología nuclear militar y por técnicas de otras ramas. Al paso de algún tiempo lograron diferentes formas de producir reacciones nucleares en cadena controladas. Los norteamericanos y los soviéticos, partiendo de la técnica del enriquecimiento de uranio<sup>3</sup> que les dejó su desarrollo nuclear militar, diseñaron una combinación de uranio enriquecido y agua que produce la reacción en cadena controlada y calor en abundancia. Los canadienses habían desarrollado, también con fines militares, la tecnología para producir agua pesada.<sup>4</sup> Sobre esa base eliminaron la necesidad del enriquecimiento de uranio y produjeron la reacción nuclear en cadena con uranio natural y agua pesada. Otros países lograron resultados parecidos con combinaciones de uranio enriquecido y ciertos materiales líquidos o sólidos. Todas estas posibilidades tecnológicas tuvieron que enfrentarse a competir técnica y económicamente con las fuentes convencionales de generación de energía eléctrica (hidrocarburos, carbón, etcétera) y entre sí. A inicios de la década de los sesenta empezaron a instalarse plantas nucleoelectricas para operar comercialmente, integrándose a los circuitos de consumo eléctrico.

Poco a poco, ante el rigor de la competencia económica y los resultados de la operación de estas plantas por periodos largos, fueron seleccionándose las líneas tecnológicas que dominarían en la

---

<sup>3</sup> El enriquecimiento de uranio consiste en aumentar la concentración de su isótopo U-235. El isótopo U-235 es el que produce las reacciones nucleares en los reactores llamados térmicos. En la naturaleza el uranio aparece con una concentración del 0.7% del isótopo U-235. En el proceso de enriquecimiento ésta se aumenta hasta alrededor del 3%.

<sup>4</sup> El hidrógeno tiene un isótopo más pesado llamado deuterio (D). El agua pesada contiene deuterio en lugar de hidrógeno, es decir su fórmula es D<sub>2</sub>O en lugar de H<sub>2</sub>O.

primera generación de reactores. De un lado los reactores de uranio enriquecido y agua fabricados principalmente por las compañías General Electric y Westinghouse<sup>5</sup> y del otro los reactores de uranio natural y agua pesada llamados CANDU (Canadian Deuterium Uranium).

El año de 1973 sucedió la crisis energética provocada por el embargo petrolero. Los países productores, agrupados en la OPEP, demandaron una mejora en sus precios a los países importadores. La crisis puso de manifiesto la debilidad de muchas potencias económicas por carecer de reservas de hidrocarburos y, a su vez, abrió una perspectiva de superación a las naciones débiles que disponen de reservas energéticas, al apoyarse en ellas para obtener una mejora en sus relaciones económicas.

El aumento que se produjo en el precio del petróleo encareció todas las actividades que requieren su consumo, en particular, la operación de plantas petroeléctricas. A partir de entonces esta fuente de generación eléctrica es más cara que la nuclear.

Desde otro punto de vista, la crisis dejó ver la importancia económica y estratégica de la energía nuclear en el presente y, sobre todo, en el futuro. En la relación de dominio de la energía nuclear ya no juega el papel más importante la materia prima, el uranio, como sucede con el petróleo. Los factores determinantes son el dominio de una tecnología nuclear y la disponibilidad de una infraestructura industrial lo suficientemente desarrollada para producir equipo de la magnitud y calidad requeridas en las instalaciones nucleares. Las reservas uraníferas de un país, de cualquier manera, son de importancia estratégica.

El imperialismo norteamericano ha venido promoviendo la organización de los países capitalistas poseedores de tecnología e industria nucleares. Su objetivo consiste en imponer restricciones a los demás países que no cuentan con ellas y las necesitan para desarrollarse. Aun así, los condicionamientos de los países desarrollados en su política de transferencia nuclear están modulados por sus intereses individuales. Las contradicciones económicas y políticas entre estas potencias dificultan el establecimiento de normas de observancia general. El conflicto germano-norteamericano motivado por la venta de equipo y tecnología nuclear alemán a Brasil es ilustrativo de esta situación.

Las empresas norteamericanas que producen reactores nucleares, General Electric, Westinghouse y otras, tienen por política impedir que se reproduzca en otros países su tecnología

---

<sup>5</sup>En la Unión Soviética se fabrican reactores de uranio enriquecido y agua en escala comercial pero se distribuyen solamente en el mercado socialista. En el mundo capitalista existen también otras compañías que en menor escala producen reactores de este tipo como Euratom, Framatom, etcétera.

de fabricación. Se restringen exclusivamente a la venta de su equipo nuclear. La tecnología de fabricación de sus plantas y de su combustible nuclear es compleja. Las plantas de enriquecimiento del uranio, para su combustible, son inaccesibles para muchos países, tanto por lo elevado de su costo (aprox. 4000 millones dls.) como por las técnicas secretas de su proceso. Los compradores de reactores nucleares de estas compañías quedan obligados a comprar el servicio de enriquecimiento a los Estados Unidos bajo las condiciones que ellos dispongan.<sup>6</sup> Por ejemplo, está suspendido el servicio de enriquecimiento para el uranio de los reactores de Laguna Verde, en México. El gobierno norteamericano desea imponer condiciones adicionales al convenio que anteriormente se había firmado.

En resumen, tanto el gobierno norteamericano como sus compañías fabricantes de reactores se reservan y ejercen un dominio casi absoluto en el diseño, la fabricación y la operación de las plantas nucleares que venden.

La política de ventas de los reactores CANDU es diferente. Canadá se ha manifestado en contra de los usos bélicos de la energía nuclear. En esa dirección orienta las restricciones en los convenios que firma. Ofrece a la venta, junto con los reactores nucleares, la tecnología de diseño y fabricación. La tecnología asociada con los reactores canadienses es relativamente sencilla, sobre todo si se compara con la que usan en los países altamente desarrollados. Existen países, como la India, que aun sin contar con una industria desarrollada, han sido capaces de absorberla totalmente en pocos años.

El atractivo más importante de la tecnología CANDU es el diseño de su combustible. Utiliza uranio natural, es decir, no hay necesidad de enriquecimiento, y su fabricación es mucho más simple que cualquier otra a nivel comercial. Estos elementos permiten a los países compradores alcanzar la autosuficiencia en combustible en un corto plazo. Los reactores CANDU no están exentos de complejidades; necesitan de agua pesada. La tecnología para fabricar agua pesada, aunque no es simple, es más accesible y también está en venta.

En la actualidad hay en el mundo mas reactores de uranio, enriquecido que de uranio natural. Esta situación se explica por el poderío económico de las empresas norteamericanas. Han colocado sus reactores en muchos países. Canadá, por su parte, ha tenido una política de ventas más débil. En los últimos años, a la luz de los resultados de operación de los reactores CANDU por periodos

---

<sup>6</sup> Los consorcios europeos Eurodif y Urenco están construyendo plantas para enriquecer uranio. Se tiene proyectado que entrarán en operación en los primeros años de la década de los ochenta. Su producción está comprometida con sus necesidades propias. Otra posibilidad sería la Unión Soviética. Hasta ahora no se conocen las condiciones bajo las cuales, eventualmente, podría ofrecer ese servicio.

largos, la situación ha empezado a cambiar.

La elevación tan espectacular del costo del servicio de enriquecimiento de uranio (380% de 1973 a 1977) y del uranio mismo (600% de 1974 a 1977) han colocado en situación desventajosa a los reactores que usan este combustible frente a los CANDU. El segundo aumento repercute desfavorablemente en los reactores de uranio enriquecido, porque en el proceso de enriquecimiento se elimina uranio "empobrecido". Así, para una misma generación de energía eléctrica consumen de un 20 a 30% más de uranio que los CANDU.

Japón ha sido un país consumidor de reactores de uranio enriquecido. Planea ahora importar dos reactores CANDU porque ofrecen ventajas económicas. El Laboratorio Nacional de Argonne, en enero de 1977, publicó un estudio acerca de la posibilidad de introducir reactores CANDU en Estados Unidos, también por razones económicas.<sup>7</sup>

Aparte de las consideraciones anteriores hay otra característica intrínseca de los reactores CANDU. Por su diseño pueden recargar su combustible manteniendo en operación el reactor. Los reactores de uranio enriquecido necesitan apagar y destapar el reactor para hacer la recarga. Durante la recarga el reactor permanece apagado más de 60 días, Por esta razón los CANDU son 10% más eficientes. Otro argumento en favor de los reactores CANDU es que su producción de plutonio es superior a los otros en más de un 100%. En términos de la segunda generación de reactores, los de cría, debe pensarse en la mayor disponibilidad de plutonio.

De la argumentación anterior puede concluirse que la superioridad técnica y económica de los CANDU seguramente se traducirá en un aumento del número de plantas de este tipo en todo el mundo.

No puede negarse la presencia de un fenómeno social que ha frenado la expansión nuclear de algunos países: el ecologismo. Argumentando riesgos de accidentes, contaminación térmica o radioactiva, algunos grupos han promovido movilizaciones para, impedir la instalación de plantas nucleares. Es cierto que los niveles de contaminación ambiental han rebasado en muchas ciudades los límites tolerables y que la humanidad debe tomar ahora medidas para preservar la tierra habitable. Pero tampoco puede negarse que para que la humanidad progrese se requiere energía. Mientras no se alcance en el mundo un nivel de vida aceptable y en buena medida homogéneo, no podrá frenarse el crecimiento de las instalaciones energéticas. Dada la tecnología existente hasta ahora, solamente se dispone de fuentes energéticas como los hidrocarburos, el carbón, la energía

---

<sup>7</sup>Till, C. E., Bohn, E. N., Chang, Y. I. y Van Erp, J. B. *A survey of considerations involved in introducing CANDU reactors in the United States*, ANL-76-132, Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, USA, febrero, 1977.

hidráulica, la geotermia y el uranio. De otras fuentes energéticas como la energía solar o la fusión nuclear no podrán esperarse resultados significativos antes del próximo siglo. De las posibilidades actuales resulta que una de las menos contaminantes es precisamente la nuclear. Podría parecer que la energía hidráulica es la más benigna, sin embargo, hay que tomar en cuenta el daño ecológico producido por un dique, tanto en la zona inundada como en el caudal del río. Las plantas de carbón despiden muchos gases tóxicos, entre ellos el dióxido de azufre.

Quizá la energía nuclear no sea cuestionada tanto por su uso como fuente de electricidad como por su uso bélico. Sus cartas de presentación ante la humanidad, las bombas de Hiroshima y Nagasaki, y la amenaza permanente de una conflagración nuclear predisponen a la sociedad en su control. Efectivamente, las explosiones nucleares de prueba o demostración de su potencia destruyen grandes zonas ecológicas en el mar, el aire y la tierra. Existe también el riesgo de acumular o transportar bombas nucleares por la posibilidad de que ocurran accidentes como ya ha sucedido.

En los usos pacíficos de la energía nuclear la situación es diferente. Las técnicas para prevención de accidentes en plantas nucleares están ampliamente desarrolladas. Hasta ahora después de más de treinta años de existencia de la industria nuclear, no se puede atribuir ninguna muerte al carácter radiactivo de sus aplicaciones pacíficas en plantas nucleoelectricas.

Los efectos contaminantes por la operación normal de las plantas nucleares están relacionados con la alteración del nivel térmico y radiactivo del ambiente y el riesgo por almacenamiento de desechos radiactivos. Los desechos radiactivos de una planta nuclear son peligrosos porque pueden, en algunos casos, pasar miles de años antes de que pierdan su actividad radiactiva. Hasta ahora ha sido posible almacenar los en lugares blindados, lejos de los centros de población y cuidadosamente vigilados. Sin embargo, el problema no está resuelto en definitiva.

La contaminación radiactiva producida en los alrededores de las plantas nucleares es insignificante. Por ejemplo la radiación que emite una planta nuclear es 100 veces menor que la que allí se recibe por la radiación cósmica. El problema de la contaminación térmica está presente en todas las plantas termoeléctricas. En el caso nuclear el problema es un poco mayor porque su aprovechamiento del calor es en 10% menor que en las plantas de combustibles fósiles

Los anuncios de descubrimientos de enormes yacimientos petroleros en los últimos tiempos han contribuido a crear una imagen de abundancia de recursos energéticos en el país. El gobierno mexicano ha manifestado que siguiendo un ambicioso programa de explotación petrolera será posible a corto plazo pagar la deuda externa, financiar proyectos de desarrollo nacional para alcanzar una política de pleno empleo y, además, satisfacer las necesidades presentes y futuras del consumo energético nacional. La opinión pública ha sufrido el embate de una campaña propagandística en todos los medios de difusión para lograr el consenso en torno a la política de exportación masiva de hidrocarburos. En la campaña aparecen afirmaciones como éstas: "Nos proponemos alcanzar el bienestar para nosotros y para nuestros hijos"... "Será injusto desaprovechar la oportunidad de sacar a millones de mexicanos que viven en el desempleo y en la miseria ahora que el petróleo tiene demanda en el mercado internacional" ..."El desarrollo de nuevas energías desplazará el petróleo en un futuro próximo"... "Hay que venderlo... ¡Ahora!"

La actual política petrolera ha generado desconfianza en amplios sectores de la sociedad mexicana. Las protestas contra esta política y las manifestaciones en defensa de los recursos energéticos nacionales están plenamente justificadas. Efectivamente, un análisis de la realidad energética nacional conduce a la recomendación de políticas muy diferentes a la que se sostiene ahora. A continuación se revisarán todas las posibilidades, energéticas del país y su magnitud, comparándolas con las necesidades de suministro de energía que impone un crecimiento nacional como el que hasta ahora se ha tenido.

México no es un país de alto consumo energético por habitante. Su consumo energético per cápita es apenas la quinta parte del consumo promedio en los países desarrollados y la dos terceras partes del promedio mundial. Tampoco es de los más bajos, pues es cuatro veces superior al promedio de los países subdesarrollados.

El consumo global de energéticos en el país en 1977 fue equivalente a 440 millones de barriles de petróleo aproximadamente.<sup>8</sup> Su crecimiento en las últimas décadas ha venido imponiendo un aumento anual del 7.5%, es decir, cada diez años se duplica la demanda anual de energía. Con este ritmo de crecimiento durante el año 2000 habrá de consumirse una energía equivalente a cerca de 2 400 millones de barriles y la energía total consumida desde ahora hasta esa fecha rebasará los 29 000 millones.

---

<sup>8</sup>Cuando se habla de energía equivalente se entiende que puede extraerse de diferentes fuentes (hidrocarburos, carbón, energía hidráulica, etcétera) pero se mide en su equivalente en barriles de petróleo

Con estas cifras en la mente conviene pasar revista a las alternativas energéticas nacionales.

### *Los hidrocarburos*

Actualmente el 85% del suministro total de energía del país proviene de los hidrocarburos. Si la proporción se mantiene, antes de finalizar el siglo se habrá consumido una cantidad superior a los 16 000 millones de barriles que constituyen la actual reserva probada de hidrocarburos. Pemex estima que hay una reserva potencial en el país de 120 000 millones de barriles. Si la hubiera se consumiría antes de que finalice el primer cuarto del próximo siglo.

Visto desde esta perspectiva no resulta claro cómo los recursos petroleros pueden servir para, mediante su exportación pagar la deuda externa nacional y financiar el desarrollo económico, además de ser el soporte energético del país. Las cifras revelan que aun cuando se destine el petróleo principalmente a satisfacer las necesidades energéticas nacionales, su duración será corta, sobre todo si se piensa en términos de la creación de otra infraestructura energética capaz de ocupar su lugar.

El uso de los hidrocarburos como energéticos no es el mejor. Es posible generar más riqueza si se usan como materia prima en la industria petroquímica; la diferencia en riqueza generada entre uno y otro uso es de 10 veces aproximadamente. En la medida en que sea posible sustituir el petróleo por otros energéticos, habrá más materia prima para fortalecer a una industria petroquímica altamente rentable.

Una consecuencia directa de la subutilización de los hidrocarburos como energéticos es el alto costo de la potencia térmica generada con este medio. Actualmente la forma de producción de energía eléctrica más costosa, de las que se conocen comercialmente, resulta ser mediante hidrocarburos.

Las consideraciones anteriores subrayan la urgencia de iniciar cuanto antes proyectos con el objetivo de relevar al petróleo de la carga principal de la demanda energética nacional. México cuenta con otras posibilidades energéticas además de los hidrocarburos. Hay yacimientos de carbón, de uranio, regiones geotérmicas, ríos con caídas de agua importantes, regiones de alta insolación, etcétera. Con la tecnología que se conoce actualmente en el mundo sólo es posible explotar a nivel industrial el carbón, el uranio, las caídas de agua y algunas regiones geotérmicas. Se estima que la energía solar no será aprovechable a escala industrial en lo que resta del siglo. Con estos elementos se puede seguir adelante en la revisión de las alternativas energéticas.

### *Energía hidráulica*

La energía que se puede extraer de las caídas de agua se aprovecha para producir electricidad. La superficie del país contiene una cantidad importante de ríos que sólo en parte han sido dotados de instalaciones hidroeléctricas.

Durante muchos años, alrededor del 50% de la electricidad consumida en México provino de fuentes hidráulicas, pero en los últimos años su participación porcentual ha venido disminuyendo. Del total de 12 000 MW (e)<sup>9</sup> con que cuenta ahora el país de capacidad eléctrica instalada, 4 000 corresponden a plantas hidroeléctricas. Se estima que el potencial hidráulico total aprovechable del país asciende a 25 000 MW ( e ), es decir, puede sextuplicarse la capacidad hidroeléctrica actual. Con este potencial podría generarse una energía equivalente a 162 millones de barriles por año. Suponiendo que se impulsara la instalación de todas las plantas hidroeléctricas posibles, para antes del año 2 000 se podría aportar por fuentes hidráulicas una energía suficiente para cubrir apenas un 7% de la demanda total de energía para ese año.

### *Carbón*

El carbón en México se aprovecha principalmente en la industria siderúrgica y en proporción menor como energético. Sin embargo la existencia de reservas de carbón no aprovechable en la industria siderúrgica ha motivado proyectos para explotarlo como energético para producir electricidad o como fuente de calor para la industria. La carboelectricidad cuenta ahora con una pequeña planta de 30 MW (e) y está en construcción otra más, con una capacidad de 1 200 MW (e), en Río Escondido, Coahuila, donde hay reservas probadas de 170 millones de toneladas de carbón.

El total de reservas probadas de carbón en el país es de 1 000 millones de toneladas aproximadamente. Las estimaciones acerca del potencial carbonífero ascienden hasta 8 000 millones de toneladas. Con estas reservas se puede pensar en un plan de expansión carboeléctrico para alcanzar en el año 2000 una capacidad instalada de 10 000 MW (e), además de una generación de calor para la industria en cantidad equivalente a cerca de 300 millones de barriles de petróleo por año. En conjunto, mediante él carbón se puede producir una energía anual equivalente a 429 millones de barriles de petróleo, es decir, un 17.5% de la energía total requerida para el año 2000.

---

<sup>9</sup> MW(e) = 1 millón de watts en forma de potencia eléctrica.

### *Geotermia*

La contribución actual de la energía geotérmica es muy reducida, menor del 1 %. En Cerro Prieto, Baja California, hay dos plantas pequeñas que producen electricidad con esta fuente con una capacidad instalada de 75 MW (e). Sin embargo, el potencial geotérmico nacional es mucho mayor y se estima que podría aceptar una capacidad instalada entre 4 000 y 5 500 MW (e).

Si se dotara a todo el potencial geotérmico nacional de instalaciones para su aprovechamiento hasta antes del año 2 000, éste podría contribuir con una energía anual equivalente a 60 millones de barriles de petróleo, es decir, un 2.5% de la energía total requerida para esa fecha.

### *Balance parcial*

Conviene ahora, antes de analizar la potencialidad energética del uranio, hacer un balance parcial para determinar el alcance de las posibilidades ya revisadas frente a la demanda total de energía para el año 2000. En suma, las fuentes hidráulicas, el carbón y la geotermia, si se aprovechan en su totalidad, pueden aportar solamente un 27% a la demanda total. El resto, 73%, deberá ser suministrado por las otras dos únicas alternativas posibles: los hidrocarburos y el uranio. El uranio solamente se usa para producir energía en forma de electricidad y no toda la energía que requiere el país es eléctrica. De hecho, está previsto que del mencionado 73% restante, aproximadamente el 53% corresponda a necesidades energéticas no eléctricas y el 20% corresponda al sector eléctrico. Así se puede establecer una primera determinación en los porcentajes de aportación del uranio y los hidrocarburos. El uranio en el mejor de los casos puede alcanzar a sustituir totalmente a los hidrocarburos en el sector eléctrico<sup>10</sup> y consecuentemente aportar en un 20% al balance energético nacional. La aportación de los hidrocarburos a lo más, puede reducirse al 53%, para satisfacer únicamente necesidades energéticas no eléctricas.

### *El uranio*

La determinación de la potencialidad de la energía nuclear en México es un problema complejo que depende de una serie de consideraciones tecnológicas, industriales, económicas y políticas. Su solución se encuentra entre dos posibilidades extremas: por un lado la compra de un elevado

---

<sup>10</sup>La vida media de una planta termoeléctrica es de 30 años aproximadamente. así que la sustitución de los hidrocarburos en el sector eléctrico se haría no instalando nuevas plantas petroeléctricas y sustituyendo aquellas que vayan quedando fuera de producción.

número de plantas nucleares al extranjero para integrarlas cuanto antes al sistema eléctrico nacional y estar en condiciones de sustituir al petróleo en el sector eléctrico; por otro, destinar una cantidad suficiente de recursos para la creación de una infraestructura tecnológica e industrial en el país capaz de producir los reactores nucleares que sean necesarios. La primera posibilidad en apariencia ofrece la ventaja de poder satisfacer la demanda energética dada, pero tiene serias desventajas, como un costo muy elevado que difícilmente sería factible en términos económicos,<sup>11</sup> además de que no generaría la formación de una infraestructura humana, técnica o industrial capaz de enfrentar la demanda futura de energía nuclear. La segunda ofrece ventajas en lo tecnológico e industrial para el país, pero no garantiza resultados en menos de un cuarto de siglo y, consecuentemente, no es aplicable. Es necesario, entonces, encontrar una alternativa de desarrollo nuclear que permita al país aportar lo más posible a la satisfacción de la demanda de energía eléctrica, creando a la vez una infraestructura humana e industrial capaz de absorber y reproducir la tecnología importada lo más rápidamente posible. Esta alternativa consiste en la compra de plantas nucleares con contratos de transferencia tecnológica, de manera que, conforme el número de plantas aumente, la participación extranjera disminuya y la nacional se incremente hasta alcanzar la autosuficiencia en materia nuclear. Las condiciones iniciales para el desarrollo nuclear nacional son precarias. El número de científicos y técnicos especializados en la materia con que cuenta el país es reducido, además de que, no obstante que la mayoría de ellos estén concentrados en el INEN, hay un número importante de ellos distribuidos en otras instituciones de investigación o de educación. El equipo humano con que actualmente cuenta el INEN ha desarrollado en primer término las actividades de exploración de los yacimientos de uranio y el desarrollo tecnológico de su explotación y beneficio así como en materia de combustibles, materiales y reactores nucleares. En la rama de productos y servicios nucleares no energéticos ha alcanzado ya el nivel industrial.

La instalación de la planta nucleoelectrica de Laguna Verde desgraciadamente no aportará experiencias positivas que puedan servir de apoyo para el desarrollo nuclear del país. Los reactores se compraron al extranjero sin ningún convenio de transferencia tecnológica y, debido a su complejidad, no hay posibilidades de absorberla. Aparte de la obra negra de construcción, todo el equipo se compró al extranjero y, además, para la administración del proyecto, se contrató a una compañía norteamericana. Los errores acumulados hasta la fecha, que se iniciaron con la decisión de la compra de reactores de uranio enriquecido, han retrasado enormemente el proyecto. Las

---

<sup>11</sup>Haría una fuga de divisas totalmente desproporcionada con las posibilidades nacionales.

---

pérdidas por su retraso y por las renegociaciones tan leoninas motivadas por ese retraso suman miles de millones de pesos. Las consecuencias negativas de Laguna Verde se estarán sufriendo por muchos años más. Se va a estar dependiendo de asesoría y equipo extranjero para el mantenimiento de las plantas y se van a tener que seguir absorbiendo los aumentos en los precios y condiciones adicionales para obtener el enriquecimiento del uranio en Estados Unidos. En suma, la experiencia de Laguna Verde puede ser valiosa sólo en negativo, es decir, para saber cómo *no* se debe proceder en el desarrollo nuclear del país.

Con este marco de referencia inicial se puede determinar de una manera un poco más precisa la aportación que la energía nuclear puede hacer al balance energético nacional del año 2000. Para sustituir de manera total a los hidrocarburos del sector eléctrico se necesitarían alrededor de 73 plantas nucleares del tamaño de la de Laguna Verde (600 MW[e]). Tomando en cuenta que el periodo, que transcurre entre la decisión de instalar una planta nuclear hasta su entrada en operación es de 10 años aproximadamente, las decisiones que se tomaran ahora empezarán a surtir efectos en 1988. Así, el proyecto nucleoelectrico implicaría la decisión de instalar desde ahora 6 plantas nucleares a lo largo de 12 años. Con las condiciones actuales de infraestructura humana, tecnológica e industrial en materia nuclear un proyecto tan ambicioso como ése sería irrealizable.

Un proyecto nucleoelectrico accesible, aun sin dejar de ser ambicioso, consistiría en reducirse a alrededor de 33 plantas nucleares para que estén en operación antes del año 2000. Así se iniciaría con una planta por año y se aumentaría conforme se vaya ganando experiencia hasta alcanzar el número propuesto.

Se puede afirmar, entonces, que no es posible, con el uranio, sustituir totalmente a los hidrocarburos del sector eléctrico. La meta más ambiciosa que se podría alcanzar sería sustituirlos en un 46% de este sector, que implicaría una aportación de la nucleoelectricidad del 9% al balance energético nacional del año 2000.

#### RESUMEN

El balance energético nacional que se podría alcanzar para el año 2000, si se define una política tendiente a aprovechar al máximo todas las alternativas energéticas nacionales, sería el siguiente:

Hidroelectricidad, carbón y geotermia	27%
Nucleoelectricidad	9%
Hidrocarburos	64%

Total 100%

Los hidrocarburos seguirán siendo el principal soporte energético nacional en lo que resta del siglo y las primeras décadas del siguiente. Es posible reducir su porcentaje de aportación al balance energético nacional de un 85% a un 64%, sobre la base de aprovechar al máximo todas las fuentes energéticas alternativas con que cuenta el país.

La amenaza del agotamiento prematuro de los hidrocarburos, solamente por su consumo como energético en el país, está vigente. Las reservas nacionales de hidrocarburos son apenas suficientes para soportar la carga principal de la demanda energética nacional, mientras que en las próximas cuatro décadas la energía nuclear apenas alcanzará un grado de desarrollo suficiente y si se encuentran tecnologías para explotar nuevas energías como la solar y la nuclear de fusión.

Afirmar que es posible, mediante la exportación del petróleo, pagar la deuda externa nacional y financiar el desarrollo nacional, además de satisfacer las necesidades energéticas propias, es falso y demagógico.

La aportación de la energía nuclear será reducida en lo que resta del siglo. La razón principal no radica en que sea incosteable o innecesaria, sino en las limitaciones propias del atrasado desarrollo tecnológico e industrial del país. La energía nuclear puede ser un soporte energético importante del país en el próximo siglo, si se hace un esfuerzo desde ahora por sentar las bases de una infraestructura humana, tecnológica e industrial en la rama nuclear. Es urgente generar una política nacional de energéticos. Los elementos anteriores subrayan la fundamental importancia de que dicha política sirva para garantizar el desarrollo presente y futuro del país.

IV

EL PLAN DE DESARROLLO NUCLEAR NACIONAL

Un proyecto nucleoelectrico tendiente a instalar 33 plantas nucleares de 600 MW (e) en 22 años es realmente ambicioso para un país como México. Más ambicioso aún si se pretende seguir un proceso paralelo para absorber y reproducir la tecnología nuclear y para conformar una infraestructura industrial capaz de producir en un mínimo de tiempo la mayor parte de los componentes de los reactores nucleares. Pero no queda otra alternativa. Si este país no quiere encontrarse, en unas cuantas décadas, ante la asfixia económica provocada por la carencia de energéticos para impulsar su desarrollo, si quiere evitar el aumento de un elemento más a su

dependencia del exterior, deberá hacer un esfuerzo máximo para asegurarse en un futuro cercano de la posibilidad de explotar una fuente de alta concentración energética como es el uranio.

Buscar un desarrollo nuclear nacional es, en primera instancia, una definición política. La expropiación petrolera de Cárdenas en 1938 sentó las bases de la independencia nacional en materia de energéticos. Ahora es el momento de tomar la misma decisión para la energía nuclear. El desarrollo nuclear nacional exige, como condición indispensable para su realización, la definición de una política nuclear independiente. Se trata de asegurar para el país un desarrollo nuclear con la máxima independencia, la mayor participación de la industria propia, el mínimo costo y la menor fuga de divisas, la utilización más racional del uranio y las mejores perspectivas de desarrollo en el campo nuclear del futuro. Los cinco criterios señalados son la base para seleccionar una línea tecnológica en reactores nucleares, entre las que actualmente existen en el mundo. De la argumentación vertida al respecto en la sección de Aspectos mundiales de la energía nuclear se desprende inmediatamente la conveniencia para el país de la línea de reactores de uranio natural. La máxima independencia está estrechamente relacionada con la política del Canadá de incluir la tecnología de sus plantas en sus paquetes de venta y con la posibilidad en un corto plazo de ser autosuficientes en el combustible, principalmente porque no hay necesidad del enriquecimiento. La mayor participación de la industria nacional es también consecuencia de la transferencia tecnológica y de que ésta es la más accesible. El mínimo costo y la menor fuga de divisas se obtienen también con reactores de uranio natural porque su combustible es más barato, porque son más eficientes. La fuga de divisas se puede reducir, porque se pueden, a mediano plazo, fabricar en el país. El aprovechamiento óptimo de los recursos naturales se alcanza con los de uranio natural en más del 20%, porque en el enriquecimiento se elimina ese porcentaje de uranio. Finalmente, los reactores CANDU producen más de un 100% más de plutonio que los otros para generar la misma energía eléctrica. La mayor disponibilidad de plutonio coloca al país en mejores condiciones para el desarrollo nuclear del futuro.

De los cinco criterios mencionados, el determinante es la máxima independencia nacional. Los voceros de la Comisión Federal de Electricidad han salido a defender el proyecto de Laguna Verde argumentando sin base alguna que, además de Estados Unidos, hay otros países que pueden ofrecer el servicio de enriquecimiento, entre ellos la Unión Soviética. Acostumbrado a esgrimir la falacia de que diversificando la dependencia se la elimina, han hecho del sistema eléctrico nacional un verdadero muestrario de las marcas de productos eléctricos en el mundo. Tendrán que pasar

muchos años antes de que en el país se tenga capacidad para dar servicio de mantenimiento y reparación a la gran diversidad de equipos eléctricos instalados por la CFE. Se ha mencionado la posibilidad de participar en un consorcio internacional de enriquecimiento de uranio; inclusive se ha llegado al extremo de afirmar que se puede construir una planta en México. Efectivamente, hay un proyecto internacional, COREDIF, que está buscando financiamiento en varios países, entre ellos Estados Unidos y México. COREDIF está integrado por capitales europeos, en su mayoría de la Comunidad Económica Europea y, en menor medida, de Irán. Para cubrir sus necesidades, si se sigue por la línea del enriquecimiento de uranio, México tendría que absorber la quinta parte de la producción proyectada por COREDIF e invertir una suma aproximada de mil millones de dólares.

Pero el país no tiene necesidad de invertir mil millones de dólares en Europa, ni tiene necesidad de participar en la construcción de una planta de enriquecimiento de uranio. La política nuclear independiente ofrece la alternativa de eliminar la necesidad del enriquecimiento de uranio. No se discute si se depende de talo cual potencia económica, se trata simplemente de *no* depender.

La argumentación en tomo al desarrollo nuclear nacional independiente ha superado, en muchos foros de discusión de sus aspectos científicos, tecnológicos, económicos y políticos, a aquella sustentada en favor de los reactores de uranio enriquecido o en contra del desarrollo nuclear mismo. La problemática se ha trasladado ahora al terreno de la política nacional. Se trata de una confrontación de fuerzas. De un lado las fuerzas imperialistas y sus lacayos locales están empleando todos sus recursos para arrebatar a la nación un baluarte importante de su soberanía: su independencia energética. Del otro, están los trabajadores de la energía nuclear y amplios sectores de científicos, profesionales e intelectuales progresistas que se empeñan en consolidar la soberanía nacional.

El desenlace de esta lucha lo determinará la capacidad de las fuerzas para imponerse. Todos los mexicanos debemos aportar nuestro esfuerzo para que éste corresponda a la causa de la independencia nacional. El autor sentirá que el presente trabajo ha cumplido sus objetivos si logra, de los lectores de *Cuadernos Políticos*, una comprensión de la situación que vive la energía nuclear en México y los une a la lucha por su independencia.