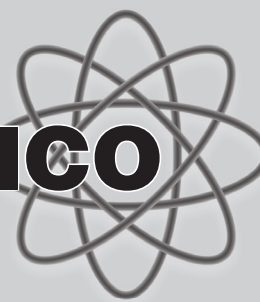




El Jarocho **CUÁNTICO**

Al son de la ciencia



LaJornada
Veracruz

• Suplemento Científico de La Jornada Veracruz • Domingo 3 de julio de 2011 • Número 4 • Coordinador: Manuel Martínez Morales

Centrales nucleoeeléctricas



¿Última llamada?

Este número de *El Jarocho Cuántico* está dedicado a analizar, desde perspectivas diversas, la problemática que rodea al empleo de la energía nuclear. Uno de los artículos centrales –*Ante el silencio nuclear*, firmado por Hipólito Rodríguez– es una reflexión general, de tipo social, sobre lo que el uso de este tipo de energía implica. Por su parte, Carlos Vargas, especialista en física nuclear, aborda el problema desde la mirada técnica, explicando los principios físicos en que se basa la operación de las centrales nucleoelectricas, adelantando sus propias conclusiones sobre los riesgos asociados a la operación de estas plantas.

El texto *Fukushima, ¿Último aviso?*, de la autoría de Roberto Elier, describe los antecedentes del reciente accidente en Fukushima, haciendo un paralelo con la historia y situación presente de la central nucleoelectrica de Laguna Verde. También contamos con una colaboración de la periodista ambiental japonesa, Emi Tsudaka, quien en el artículo *Lo que aprendimos del enorme sacrificio*, relata las vivencias, percepciones y acciones del pueblo japonés ante la catástrofe provocada por el terremoto y posterior tsunami que sufrieron en aquella nación.

Nos interesa enfatizar, basados en información y conocimientos establecidos, que el riesgo de accidentes –asociados con la operación de centrales nucleoelectricas– por muy baja probabilidad de ocurrencia que tengan, por muy bien controlados que se encuentren los procesos dentro de la planta, y por muy avanzada que sea la tecnología, aquéllos ocurren. Lo que ha quedado demostrado por los accidentes ocurridos en varias centrales nucleares en el transcurso de las últimas décadas.

Precisamente, la ocurrencia de un suceso imprevisto –es decir de baja probabilidad– como pueden ser el fallo de algún componente esencial, una falla humana o un desastre natural, puede tener graves consecuencias. Un análisis de riesgo aplicando la teoría de las decisiones, nos haría ver que *un suceso de baja probabilidad –como los señalados– que afecte el funcionamiento de la planta podría tener consecuencias que impliquen un altísimo costo esperado (en vidas humanas, en destrucción de infraestructura, en la salud humana, en la afectación del medio ambiente local y global, etcétera) supera en muchos órdenes de magnitud los beneficios esperados de la operación de dicha planta*, beneficios sobre los que tanto insisten quienes (individuos y corporaciones) se han enriquecido con el negocio.

Buscamos que el quehacer científico y tecnológico adopte formas que sean socialmente responsables, en el sentido de que la ciencia, y sus derivados tecnológicos, sean puestos al servicio del bienestar colectivo y no se orienten en términos que beneficien solamente a los dueños del dinero, sin considerar las consecuencias destructivas que puedan tener sobre el medio ambiente y los seres humanos.



Foto Especial

ANTE EL SILENCIO NUCLEAR

► HIPÓLITO RODRÍGUEZ *

No podemos soslayar que ante el poder económico de las empresas que producen reactores nucleares, la clase política y los técnicos pro-nucleares han callado y han abdicado de su responsabilidad más importante: proteger la seguridad de los ciudadanos y el futuro del medio ambiente.

Cuando nos interrogamos por las causas que nos han colocado ante el desastre nuclear, debemos en primer término reconocer la soberbia de aquellos que consideran que sus modelos teóricos –según los cuales las plantas pueden resistir sismos, huracanes, errores humanos– son la verdad divina.

Por ello conviene interrogar sobre la responsabilidad social y moral de quienes defienden una alternativa energética que no es segura, confiable ni barata.

Hace pocos días Félix Ovejero, sociólogo español, nos recordó la importancia de los principios morales, y sobre todo del principio de precaución. “Un principio de sentido común nos dice que si queremos evitar los males, debemos actuar sobre sus causas. Mientras estemos a tiempo, eso sí; porque desatado el mal, nos limitamos a pelear con él, como sucede cuando buscamos sanar el cáncer del fumador o mitigar los desastres de un terremoto. Pero si queremos que los males no se repitan, el principio, con sus matices, rige: hay que combatir las causas; por eso combatimos el tabaquismo y levantamos edificios antisísmicos.”

Cuando median intervenciones humanas, el principio causal se acompaña de un principio de responsabilidad moral, que también tiene sus matices, según el cual el que la hace o el que, informado, la deja hacer –la debe pagar.

De modo que si queremos hacer frente a la crisis nuclear, lo primero será determinar las causas y los culpables. Las causas, como veremos, tienen que ver con la idea de que manipular la energía atómica puede ser barato, seguro y confiable. Pero los hechos refutan esta apreciación. Cada vez es más costoso construir un reactor. Siempre los presupuestos superan las estimaciones preliminares. Cada vez es más claro que los residuos generados por las plantas nucleares colocan en riesgo a las futuras generaciones, pues desactivar su potencial radioactivo llevará miles de años. Cada día es más dolorosamente claro que no podemos confiar en las medidas que adoptan las instituciones responsables de proteger la salud de la población: ningún programa de emergencia radiológica podrá

contener los efectos mortales de una fuga radioactiva, y ésta se presenta por el incumplimiento de las medidas que podrían prevenirla.

El desastre de Fukushima ha abierto la discusión para evaluar el porvenir de una ilusión: la seguridad de la energía nuclear. Varias semanas después del inicio de la crisis nuclear en Japón, la situación en la planta nuclear de Fukushima está lejos de haberse estabilizado. El daño en los reactores continúa filtrando radiactividad, y aunque es imposible predecir el impacto global del desastre, las consecuencias para la industria nuclear internacional serán devastadoras. Alemania, una economía tan poderosa como la japonesa, ha decidido que para el año 2020 ya no habrá más plantas nucleares en su territorio. Su actitud es ejemplar.

Antes del 11 de marzo, cuando la crisis de Fukushima inició, el desarrollo de la industria nuclear se caracterizó por su incapacidad para evitar el lento declinar de sus instalaciones. No se están abriendo plantas al ritmo que se quisiera por sus promotores, y el parque de instalaciones está envejeciendo rápidamente. Es además cada día más evidente que la industria nuclear no podrá seguir el paso a las energías renovables.

En 2010, por primera vez en la historia, la capacidad instalada mundial de turbinas de viento (193 gigawatts), plantas de biomasa (65GW), y de energía solar (43 GW) sumó 381 GW, sobrepasando la capacidad instalada de las plantas nucleares de 375 GW antes del desastre de Fukushima.

En abril de este año, había 437 reactores nucleares operando en el mundo, siete menos que en 2002. La Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA), apunta que hay 64 reactores en construcción en 14 países. Cabe recordar que en 1979, en el pico de crecimiento de la industria, había 233 reactores en construcción. En 2008, por primera vez desde el inicio de la era nuclear, no había nuevas unidades en arranque, mientras que en 2009 se abrieron dos, cinco en 2010, y dos en los primeros tres meses de 2011. En el mismo lapso, once reactores fueron dados de baja. El papel de la energía atómica está declinando de forma progresiva y ahora aporta solo el 5.5% de la energía comercial primaria.

La vida promedio de una planta nuclear es 26 años. Algunas de sus funciones pueden llegar



El Jarocho CUÁNTICO

Al son de la ciencia

Coordinación
Manuel Martínez Morales

Comité Editorial
Carlos Vargas Madrazo
Valentina Martínez Valdés
Lorenzo M. Bozada Robles
Hipólito Rodríguez

Correspondencia y colaboraciones
jcuantico@hotmail.com

a durar 40 años. Considerando que la edad promedio de las 130 unidades que actualmente han sido cerradas es de 22 años, el proyecto de duplicar la vida operacional parece más bien optimista. Uno de los efectos obvios del desastre de Fukushima es que la vida operativa de las plantas será vista de una manera bastante diferente. Como lo ilustra la decisión del gobierno alemán de suspender la operación de todos los reactores de más de 30 años inmediatamente después del inicio de la crisis.

Mantener la capacidad instalada será cada vez más difícil. El escenario es que no se podrá prolongar la vida útil de los reactores, sobre todo después de Fukushima. Además han de tomarse en cuenta otros factores, como los nuevos niveles de seguridad, los costos de mantenimiento, y otros aspectos que requieren una atención más cuidadosa.

La dramática situación post Fukushima se agrega a la crisis económica internacional y está exacerbando muchos de los problemas que encaran los proponentes de la energía nuclear. El desastre de Fukushima acelerará el declive de la industria, si es que había quien dudara de su decadencia.

¿EN QUÉ CONSISTE EL DESASTRE?

El accidente ocurrió donde nadie lo esperaba: en la economía con más alto desarrollo tecnológico. Cuatro reactores escaparon al control de sus operadores, arrojando dudas en torno a la capacidad de una economía avanzada para manejar la energía nuclear de forma segura. El accidente ha sido el más serio que haya afectado la credibilidad de la industria nuclear. Así lo juzgan las instituciones bancarias al evaluar los costos que genera el accidente.

Sin capacidad para restaurar los sistemas de enfriamiento, el empleo de agua de mar para reducir la temperatura de los reactores sólo ha venido a suscitar problemas más graves, que impedirán en el futuro salvar las instalaciones. El agua empleada, cien metros cúbicos por hora, se contamina y deberá recolectarse de alguna manera. El problema es tan grave que los operadores decidieron descargar agua con 'baja' contaminación al mar para brindar espacio a las aguas más altamente afectadas. El efecto sobre las pesquerías del país es incalculable. Y la protesta de las empresas asociadas al sector pesquero es rotunda. Lo que han hecho es imperdonable.

Decenas de miles de personas evacuadas están esperando información clara acerca de cuándo, si es posible, podrán volver a sus casas. Más allá de los 20 km de la zona de evacuación, la gente se pregunta qué es seguro comer y beber.

Aunque el escenario es diferente y la gente habla otro idioma, el drama de Japón recuerda el que tuvo lugar en Europa hace exactamente 25 años, en abril 26 de 1986. Una explosión de hidrógeno seguida de una masiva liberación de energía, destruyó una planta nuclear de Chernobyl, en Ucrania, entonces parte de la Unión Soviética. Por más de una semana, el reactor estuvo en llamas, enviando grandes cantidades de radioactividad al cielo a través de Europa. Gorbachov lo llamó uno de los peores desastres del siglo XX. Sus efectos todavía son visibles. El costo para la salud, el ambiente, y las economías de tres repúblicas, Ucrania, Bielorusia y Rusia, ha dejado profundas cicatrices.

El aparente renacimiento de la industria nuclear se explica en gran medida por la construcción de reactores en China. En realidad, la energía generada por las plantas nucleares ha disminuido en los últimos años (2006-2009). Son seis los países que explican el 73% de la electricidad producida en plantas nucleares: Francia, Alemania, Corea del Sur, EU, Rusia y Japón.

Desde que empezó la comercialización de la energía nuclear, en los años cincuenta, ha habido dos momentos de rápido crecimiento: hacia 1974, con 26 reactores arrancando; y

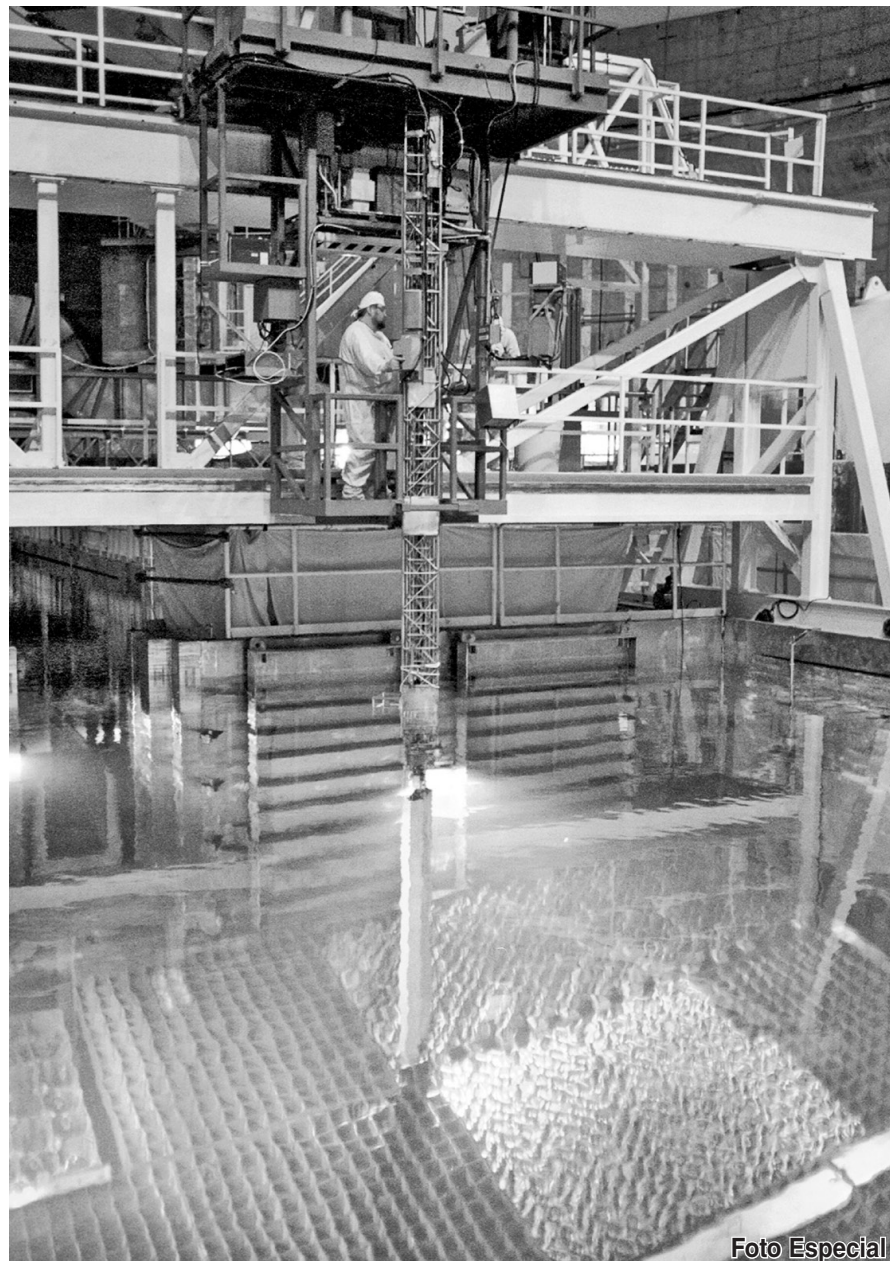


Foto Especial

hacia 1985, un año antes de Chernobyl, con 33 reactores despegando.

En 1990, por primer vez ven en la historia, el número de reactores que se retiraban superaba el de los que iniciaban. Para abril de 2011, del total de 437 reactores operando en treinta países, era una cifra inferior al pico de 2002: 444. Desde entonces, 25 unidades han iniciado y 32 se han desconectado, incluyendo seis de Fukushima.

EL DIVORCIO ENTRE LA POLÍTICA ENERGÉTICA Y LA POLÍTICA AMBIENTAL

Si en verdad queremos reducir las emisiones que contribuyen al calentamiento de la tierra, es importante vincular la política energética con la política ambiental y con la política económica. Es preciso avanzar hacia un nuevo modelo de desarrollo que reduzca de forma gradual, pero sistemática, el consumo de energía. Las industrias que más consumen energía (siderúrgica, vidrio, aluminio), se hallan vinculadas con patrones de comercialización (autos, electrodomésticos, etc.) que impiden una gestión sustentable del metabolismo social: es indispensable reducir consumos que dilapidan energía y promover con subsidios las fuentes alternativas: solar, eólica e hidroeléctricas, evitando en todos los casos el gigantismo que solo favorece a los grandes monopolios y que también destruye el ambiente (presas descomunales, molinos de viento que excluyen a las poblaciones locales).

Cuando los reactores nucleares se funden, lo primero que se funde es la verdad. Del mismo modo que en Chernobyl hace 25 años, las autoridades soviéticas negaron que hubiese un crecimiento de la radiación y que la situación estuviera fuera de control. Así operaron ahora las autoridades japonesas. La radiación sube y baja, pero nadie de la burocracia política puede verificar los niveles y pocos pueden confiar en su exactitud. La situación nos dicen está bajo control, pero los trabajadores y la población siguen siendo

evacuados. No hay peligro de contaminación, pero el mensaje es "no salgas de casa y mantén cerradas tus puertas."

La burocratización del horror y los pronunciamientos de tranquilidad eran de esperarse, especialmente de una industria donde la desinformación es la regla. A pesar de que uno podría esperar que en una industria de esta naturaleza el profesionalismo fuera un rasgo dominante. Considerando la historia de esta tecnología, su más sobresaliente rasgo es la deshonestidad. De esto, los activistas que defienden sus terruños frente al depósito de residuos altamente radioactivos (miles de toneladas) pueden ofrecer múltiples testimonios.

La industria nuclear construye una cultura de persuasivos buenos deseos, negaciones profundas y terribles decepciones. Por más de cincuenta años, suele mentir acerca de los riesgos y costos mientras encubre toda violación y falla que pueda ocurrir.

Un desastre natural, un accidente, un ataque terrorista, pueden ser improbables en términos estadísticos para un año o una década, pero no en el curso de las décadas que vienen. Lo improbable deviene inevitable, solo es cuestión de tiempo. Tal vez nosotros no seamos víctimas de estos trastornos, pero para nuestros hijos y las futuras generaciones, que tendrán que convivir con los residuos peligrosos, es inmorral que tengan que aceptar la herencia de este riesgo.

Los defensores de la industria nuclear han querido limitar la discusión del riesgo a las plantas y sus operaciones, pero no quieren hablar del modo de almacenar los depósitos peligrosos, y permanecen incluso renuentes a hablar del riesgo inherente a transportar la basura nuclear. Los representantes de la industria suelen evitar el debate sobre las probabilidades y su impacto. Pero el riesgo es algo más que una probabilidad.

El verdadero costo de la industria nuclear es otro tema que se evita y se oscurece por sus defensores. Desde su concepción en laboratorios

financiados por el ejército, el poder nuclear se halla altamente subsidiado. Más de 30 subsidios han apoyado cada uno de los eslabones del ciclo nuclear, desde la minería de uranio hasta el almacenamiento por largos periodos. Esos subsidios superan con mucho el costo que se paga en el mercado por este tipo de energía. Sin ellos, no podrían resistir la competencia en el mercado. Esos subsidios son indispensables para una industria que construye mamuts con altos costos, largo periodos de edificación y abruptas cancelaciones. En el largo plazo lo nuclear no puede competir con las alternativas que dependen de una fuente inagotable: el sol, el viento, el agua. Es claro que aquí el libre mercado ha dejado de existir: lo nuclear depende de nuestros impuestos.

El argumento que sostiene que las inversiones en lo nuclear pueden generar empleos pierden al comparar los empleos que genera la energía solar, la eólica y la hidroeléctrica: y los que se crearían si invirtiéramos para hacer de nuestros edificios menos consumidores de energía.

Los costos para recuperarse por una catástrofe como la de Fukushima son astronómicos. Las ganancias de las empresas nucleares por supuesto no serán tocadas. Pero somos nosotros, los contribuyentes, los que pagamos el desastre. Aun cuando se asegura que aquí no pasara nada, no hay nada que obligue a empresas y funcionarios a asumir los costos de sus juegos nucleares. Este es el escenario: las corporaciones privadas se llevan las ganancias cuando todo marcha bien, pero los ciudadanos asumimos la responsabilidad cuando las cosas empeoran. Por lo demás es falso que sea una alternativa al cambio climático. Se oculta la verdadera huella ecológica de la energía nuclear.

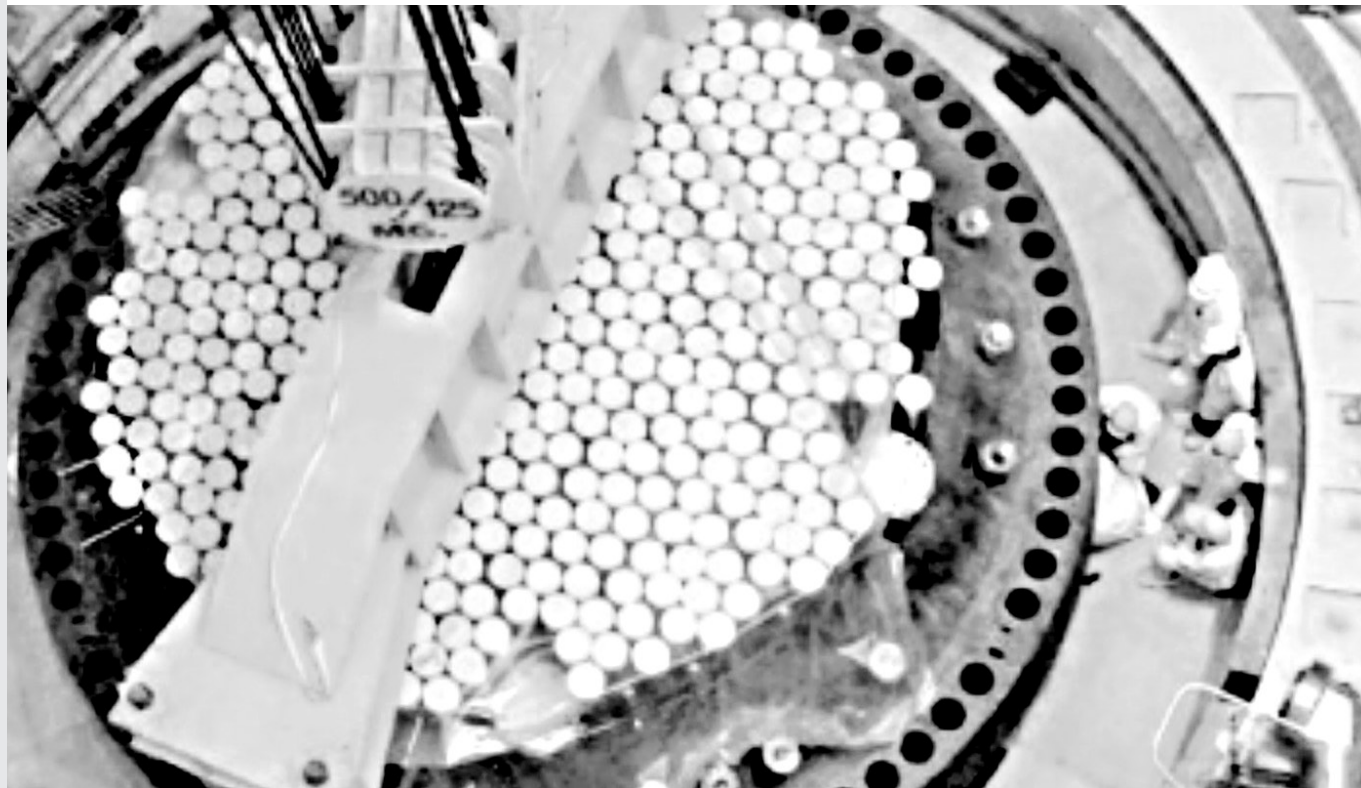
Es cierto que no hay emisiones de CO2 en las plantas, pero el mantenimiento futuro de la infraestructura para manejar los desechos tóxicos produce gran cantidad de CO2. Además, la minería de uranio y su procesamiento así como la construcción de reactores con concreto y acero, y la construcción de los depósitos que sean capaces de retener las sustancias peligrosas por miles de años, también genera este tipo de gas.

La industria tiene un excelente record para ocultar sus fallas. La relación que guarda la industria nuclear con las instituciones encargadas de vigilarla, son semejantes a la que guarda la actividad bancaria con las entidades encargadas de regularla antes del desastre financiero de 2008: complicidad y corrupción. Solo una pequeña parte de sus actividades es vigilada directamente por el Estado: todas las demás dependen de sus propios reportes. Los indicios de ocultar filtraciones de agua radiactiva y accidentes al interior de la planta son abundantes. Las pruebas a las que debe someterse su personal, suelen tratarse con escaso rigor.

Fukushima exhibió lo que ocurre en el resto del mundo: escándalos regulatorios, falsificación de reportes de seguridad, riesgos subestimados y encubrimiento de fallas. Esta cultura del secreto es un lógico resultado de una industria que es autoritaria por naturaleza. A diferencia de la solar o la eólica, la nuclear requiere inversiones masivas de capital, profesionistas altamente especializados, seguridad extrema, y control centralizado. Cualquier ciudadano que encare las instalaciones ligadas a una mina de uranio, una planta nuclear o un depósito de basura nuclear, podrá afirmar que los operadores y reguladores se colocan en una actitud remota, no responsable e inaccesible. Pueden desinformar porque tienen el poder para hacerlo. La ausencia de significativos mecanismos de control y evaluación les permite hacerlo.

El riesgo exige analizar quién está expuesto a él, y cómo se distribuyen las ganancias, los costos y las seguridades y si esta distribución es equitativa. Se trata de preguntas que tocan el orden político y los ciudadanos tienen que responderlas.

(* Doctor en Ciencias Sociales, Profesor-investigador de tiempo completo en el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS-Golfo)



LA ENERGÍA NUCLEAR ¿OPCIÓN VIABLE?

▷ CARLOS E. VARGAS M. *

Esta pregunta surge con fuerza cada vez que ocurre un accidente nuclear, como es el caso en Japón, donde el complejo nuclear de Fukushima resultó severamente dañado a raíz del tsunami que azotó a la isla, posterior al sismo del 11 de marzo. La gravedad del accidente se hace evidente ante el hecho de que el gobierno Japonés ha postergado hasta 2012 la determinación respecto al regreso a sus hogares de los evacuados y la renuncia del profesor de la Universidad de Tokio, Toshiso Kosako, asesor en materia radiológica del gobierno japonés acusando al gobierno nipón de exponer a la población a niveles de radiactividad lesivos para la salud. Hasta este momento, no hay información contundente de que el problema de sobrecalentamiento del reactor que mantiene al borde de un accidente de magnitudes planetarias a uno de los reactores del complejo haya sido resuelto. Este accidente y los ocurridos en numerosas centrales nucleoelectricas del mundo, entre los que destacan el de la isla Tres Millas en Estados Unidos y el de Chernobyl en Ucrania nos llevan a reflexionar respecto a los riesgos que conlleva el uso de la energía nuclear y la viabilidad de la planta nuclear de Laguna Verde en México. A la luz de la gran cantidad de radiación emitida durante el accidente de Chernobyl y la afectación permanente de un área inmensa (una circunferencia de 30 km a la redonda de la planta de Chernobyl es zona acordonada y muerta al menos por los próximos mil años), cabe preguntarnos si la tecnología está sirviendo a la humanidad o hemos caído presos de un desarrollo tecnológico desmedido. Vale la pena recordar lo que mencionó el cosmólogo británico Martin Rees de que “a partir de cierto nivel, los avances técnicos pueden hacer más vulnerable a la sociedad”, lo que parece estar sucediendo con la energía nuclear y la producción de gases de efecto invernadero producidos por el uso de los combustibles fósiles en las centrales termoeléctricas.

El problema parece ser un “dilema cornudo”, esto es, la elección entre dos alternativas que parecen rechazables, pero ante las cuales no cabe la falta de acción. En torno a este problema aparece de inmediato la polarización de opiniones, lo que hace necesaria

la formación de criterios informados. Para este fin nos puede ayudar el tratar de respondernos algunas preguntas como ¿qué tipo de reacciones nucleares ocurren en el interior de un reactor? ¿Cuáles son los principios de operación de los reactores nucleares? ¿Cuál es el riesgo que implica la energía nuclear? ¿Podemos rechazar la opción nuclear, en aras del uso de fuentes alternativas limpias? ¿De qué manera podemos involucrarnos más los ciudadanos comunes ante esta problemática? Empecemos abordando estos cuestionamientos.

Para entender el funcionamiento del reactor nuclear es necesario conocer algunos conceptos básicos. El átomo es un objeto extremadamente pequeño, sus dimensiones son del orden de una diez mil millonésima parte de metro, esto quiere decir que una secuencia de 10,000,000,000 de átomos (por ejemplo de los átomos de hidrógeno que forman el agua) uno tras otro en línea recta mediría un metro de longitud. Esto nos hace ver que estamos hablando de un objeto extremadamente pequeño, dentro del cual se encuentran confinados una nube de electrones rodeando a un objeto aun más pequeño en su centro, llamado núcleo del átomo. Todos los átomos de los que estamos constituidos tienen en su centro un núcleo, formado por protones y neutrones. Existen núcleos cuya relación entre protones y neutrones los hace estables, esto es que no decaen ni emiten radiación ionizante^[1] de manera espontánea. En contraposición a estos, existen otros núcleos que de manera natural decaen o se desintegran, a los que se les conoce como radioactivos. Es precisamente en estos decaimientos y en las reacciones ocurridas entre núcleos (reacciones nucleares) donde se produce la emisión de radiación ionizante y la liberación de grandes cantidades de energía. Los decaimientos y las reacciones nucleares ocurren en la naturaleza de forma espontánea, de manera que muchos de los átomos que nos constituyen o incluso del agua que bebemos están experimentando reacciones nucleares, aunque también pueden inducirse estas reacciones de manera artificial en un reactor ya sea con fines de investigación, para generar electricidad

o fabricar una bomba. Esto quiere decir que el material radioactivo tiene una actividad permanente, emitiendo radiación ionizante y energía de forma espontánea, aunque también puede inducirse este decaimiento y acelerar el proceso.

La energía nuclear es la energía que se libera cuando tienen lugar reacciones nucleares. Si estas reacciones ocurren secuencialmente puede ocurrir que la reacción se mantenga por sí sola, esto es, una reacción en cadena. Podemos hablar básicamente de dos tipos de reacciones nucleares, las de fusión y las de fisión nuclear. Ambas fueron descubiertas en la década de los treinta del siglo pasado, realizándose mucho trabajo de investigación durante la década de los cuarentas dadas las expectativas de aplicaciones militares de gran poder y fue hasta los cincuentas que se declaró la búsqueda de aplicaciones civiles de la fisión y la fusión nuclear, aunque el desarrollo armamentista nunca se ha detenido. Es en ese momento que se desarrollan los primeros prototipos de reactores de fisión para generar electricidad. Revisemos en que consiste cada una de ellas.

La fusión nuclear consiste en la “unión” de dos núcleos para generar un núcleo “hijo” más pesado, además de la emisión o liberación de algunas partículas y energía. La imagen derecha de la Figura 1 muestra una reacción típica de fusión nuclear de dos núcleos de hidrógeno dando lugar a un núcleo de helio más un neutrón y energía en forma de calor. Esta es una de las reacciones típicas de fusión que tiene lugar en el sol y en todas las estrellas que observamos de manera permanente, donde las temperaturas interiores son de millones de grados.

Durante muchos años se ha especulado sobre las aplicaciones pacíficas de las reacciones nucleares de fusión y en particular, para la generación de energía eléctrica se le ha considerado como una alternativa de energía limpia, pues los productos de reacción suelen ser átomos estables. Sin embargo, la producción de energía mediante este mecanismo no ha resultado viable y hasta la fecha no hay desarrollos comerciales basados en este principio, pues se requieren altísimas temperaturas que generen las condiciones adecuadas para la reacción en cadena, de modo que es muchísimo

mayor el costo para producir la reacción respecto a la energía obtenida de ésta.

La reacción de fisión es la que nos ocupa y se emplea en los reactores comerciales para la producción de energía y consiste en la fragmentación de un núcleo (generalmente pesado) en dos o más núcleos pequeños, además de algunos neutrones y energía o calor. En la parte izquierda de la Figura 1 se muestra una reacción de fisión de un núcleo de uranio 235, en la que se producen dos núcleos “hijos”, la liberación de tres neutrones y energía en forma de calor. Estas reacciones o decaimientos pueden producirse de manera espontánea o inducirse, en general una reacción de este tipo es acelerada cuando un neutrón choca contra el núcleo de uranio, induciendo su decaimiento. Si juntamos una cantidad suficiente de uranio y lo colocamos cerca de una fuente natural emisora de neutrones, pueden iniciarse algunas reacciones nucleares de fisión que liberarán mucha energía, además de más neutrones que podrán inducir nuevos decaimientos, produciéndose una reacción en cadena. De esta forma, una masa crítica de uranio 235 resulta un material altamente inestable y peligroso que puede reaccionar en cadena, liberando una gran cantidad de energía, además de muchísima radiación ionizante. Este es el principio de operación de las bombas nucleares que se han fabricado y de los reactores de fisión para producir electricidad, en donde se presume que la reacción nuclear en cadena se encuentra controlada a fin de obtener la energía de forma gradual y aprovecharla para producir vapor que impulse las turbinas generadoras de electricidad. En la Figura 2 se ejemplifica el proceso de reacción en cadena, donde un neutrón incita una reacción y producto de ésta, se emiten tres neutrones más que pueden incitar a tres núcleos para producir una nueva reacción que libere $3 \times 3 = 9$ neutrones e inducir así nueve reacciones, por lo que cada reacción induce más y más reacciones.

Una vez que entendemos el fenómeno de la fisión, podemos ver que el principio de funcionamiento de un reactor es muy sencillo. Se basa en la colocación de miles de pastillas de material fisionable (uranio 235 en la mayoría de los reactores comerciales) en dispositivos con geometrías específicas a través de los cuales circula agua. Ésta es calentada y utilizada para transportar el calor hacia las turbinas generadoras de electricidad. Debido a que la reacción nuclear de fisión en cadena es altamente inestable, se mantienen las barras de control (generalmente de boro o algún otro material que absorba los neutrones) parcialmente insertadas a fin de disminuir la tasa de reacción y evitar el sobrecalentamiento. Una vez que el agua ha pasado por las turbinas y cedido parte de su energía, pasa por un circuito de refrigeración para regresar al interior del reactor e iniciar un nuevo ciclo. Este proceso se repite una y otra vez durante meses, hasta que disminuye el pico de actividad del material fisionable y es necesario cambiar una parte del combustible de uranio, retirando las pastillas gastadas para su almacenamiento temporal en albercas. Sin embargo, estas pastillas gastadas conservan una alta actividad radiactiva durante miles de años. El proceso de refrigeración mencionado requiere “un baño térmico” que absorba el calor remanente, en el caso de Laguna Verde este baño es el agua de mar.

Como puede observarse, el principio de operación de una central nuclear no

es muy diferente del utilizado en una termoeléctrica, en donde se utilizan combustibles fósiles para producir el vapor que mueve las turbinas generadoras de electricidad. El debate respecto a estas dos opciones debe considerar que ambos mecanismos de producción masiva de electricidad tienen consecuencias muy nefastas con el medio ambiente. La producción de energía en las termoeléctricas produce una gran cantidad de gases de efecto invernadero, lo que aporta una cantidad significativa de los gases totales producidos por el hombre, contribuyendo al calentamiento global. Este hecho, además de la emisión de contaminantes y la producción de lluvia ácida son los efectos más nefastos del uso de los combustibles fósiles y son los argumentos principales que utilizan quienes promueven la conversión a la energía nuclear, argumentando que ésta última no implica la emisión de gases de efecto invernadero. Ciertamente las emisiones de gases de efecto invernadero no dejan de descender y al contrario, cada año se emiten más que el anterior, suponiendo un alto costo económico y político para las potencias del mundo, altamente dependientes del consumo energético. Sin embargo, este argumento no debe ser utilizado como justificación casi absoluta de la pertinencia de la energía nuclear. Es necesario un cambio radical y la consideración de opciones sustentables.

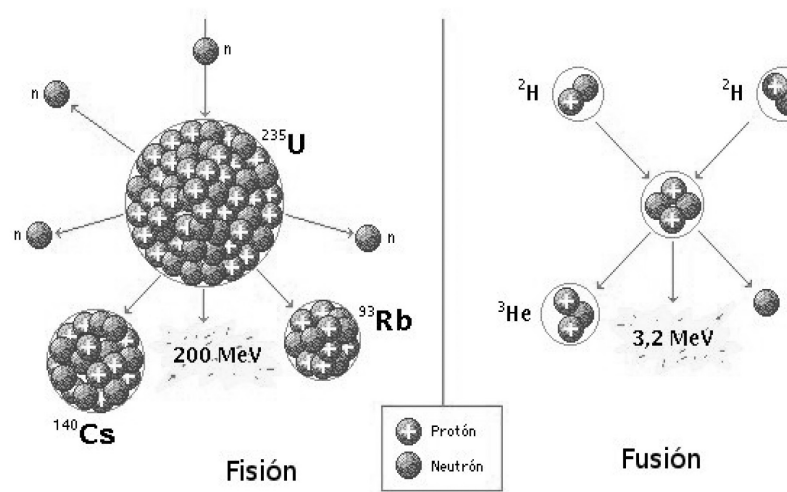
Respecto a la producción de energía utilizando combustibles nucleares como materia prima, las afectaciones al medio ambiente son considerables aún en condiciones normales de operación, además de que los costos de construcción, manejo de los desechos radioactivos y de desmantelamiento de la planta al término de su vida útil son altísimos. Otro hecho que no puede ignorarse es la posibilidad de accidentes nucleares, en cuyo caso son liberadas grandes cantidades de radiación y núcleos radioactivos que se esparcen sobre todo en el entorno a la planta y cuyas vidas medias de actividad radioactiva puede ser de miles de años, como ocurrió en Chernobyl. Los sectores que promueven la opción nuclear argumentan que las plantas de nueva generación serán mucho más seguras, lo que de entrada implica la obsolescencia de centrales con tecnología de los sesentas como Laguna Verde. Sin embargo, lo que observamos en el accidente de Fukushima es que hay factores imprevisibles como un sismo de 9 grados en la escala de Richter, por poner un ejemplo, que pueden ocasionar un accidente de grandes magnitudes y que están fuera de nuestro control.

Una diferencia cualitativa entre el uso de los combustibles fósiles y del material radioactivo para la generación de electricidad es la actividad que presentan y el control que puede tenerse sobre éste. Mientras que el petróleo o carbón utilizado en una termoeléctrica no tiene actividad química que libere energía mientras no sea iniciado el proceso de combustión, los materiales radioactivos como el uranio utilizado en las centrales nucleares tiene una actividad permanente, decayendo todo el tiempo de manera espontánea y generando energía que debe ser disipada (refrigerada) de manera permanente.

Este es el problema al que se están enfrentando los ingenieros y técnicos en Fukushima, pues el material en el interior del reactor puede sobrecalentarse produciendo una explosión. Las barras de control del reactor pueden haber entrado en su sitio ante alguna eventuali-

dad, tal como fue previsto, pero aún con las barras insertadas, la materia prima sigue teniendo actividad y esto ocasiona que se siga calentando, por lo que es necesario enfriarlo de manera permanente. En otras palabras, mientras el combustible fósil puede estar confinado por años sin tener actividad, el material nuclear requiere estar siendo refrigerado de manera permanente a fin de evitar el sobrecalentamiento y que se derrita el interior del reactor. Otra característica propia del funcionamiento de un reactor nuclear es que se trata de un proceso termodinámico que se encuentra fuera del equilibrio y es inestable. La idea es mantener el reactor en un punto en el que las barras de control no deben insertarse "demasiado" para evitar que la reacción se detenga, pero no deben retirarse por completo (las barras de control) para evitar una actividad descontrolada y el sobrecalentamiento. Ese proceso está por definición fuera del equilibrio, por lo que se hace necesario regularlo permanentemente para extraer sólo una parte de la energía disponible. Este es el punto que hace tan delicados los reactores nucleares, pues el combustible ya se encuentra dispuesto en el interior del reactor y es necesario generar una reacción en cadena controlada, a diferencia de una bomba donde la reacción es descontrolada. A diferencia de esto, en una termoeléctrica se quema una cantidad de combustible y se le extrae toda la energía química que tiene acumulada. Estas son las diferencias que hacen tan inestable y explosivo el uso de la fisión para generar electricidad, más allá de las valoraciones cuantitativas respecto a los supuestos beneficios de la opción nuclear. Metafóricamente, es como si quisiéramos prenderle fuego a un depósito de gasolina, pero deseáramos que sólo una parte de éste ardiera. Estos son algunos de los factores que hacen que la energía nuclear sea intrínsecamente peligrosa.

Aunado a lo anterior, existen otros argumentos contundentes que muestran la inviabilidad de esta industria. En Laguna Verde por ejemplo, se había proyectado en 1972 que el costo de la central nuclear sería de 130 millones de dólares (mdd) y ya para 1987, la CFE admitía un costo total de 3500 mdd^[2], gastados mucho antes de haber generado un solo kilowatt de energía, lo que hecha abajo el argumento de que representa un ahorro. Vale preguntarse al día de hoy, cual ha sido el costo total. El supuesto impulso tecnológico que daría a nuestro país el uso de la energía nuclear todavía no aparece, no ha habido transferencia de tecnología ni desarrollos tecnológicos propios significativos. Por otra parte, la generación de energía eléctrica a partir de la fisión nuclear es de menor eficiencia termodinámica respecto al uso de otras materias primas. De la energía liberada se aprovecha solamente un 10%, mientras que el otro 90% va a dar al cuerpo de refrigeración utilizado que en este caso es el agua del mar, impactando de forma negativa el entorno. Todos estos argumentos valen en condiciones normales de operación, pero es necesario observar que los accidentes pueden ocurrir y que las causas que los detonan pueden estar muy lejos del control humano. Es casi imposible prever fenómenos sobrenaturales y de magnitudes descomunales, pero ante una eventualidad de ese tipo, una planta nuclear es un objeto muy vulnerable. En un reporte de septiembre de 1986



Izquierda, reacción de fisión. Derecha, reacción de fusión nuclear. Las unidades de energía MeV son habituales en física nuclear ■ Foto Cortesía www.energia-nuclear.net

del Livermore National Laboratory de California se reportó que en Chernobyl hubo más precipitación radioactiva que la generada en "todos los ensayos nucleares en la atmósfera".

Finalmente, hay varias cosas difícilmente rebatibles. Los reactores nucleares pueden tener accidentes tal como los que ya han ocurrido y generan basura nuclear de alta peligrosidad, como tantos otros productos tecnológicos. Frente a ello, los países que usan energía nuclear emiten menos CO₂ per cápita que los que no lo hacen. Las fuentes renovables hoy existentes son incapaces de proporcionar toda la energía necesaria para el mundo actual y son muy incipientes los estudios de su no despreciable impacto ambiental en una implantación masiva. La dependencia del petróleo o el gas es causa de muchos problemas económicos o políticos y de tensiones entre países, pero la opción nuclear ha tenido consecuencias catastróficas y dejado miles de muertos y áreas extensas inhabitables. Lo que parece claro es que estamos consumiendo demasiada energía. No existe una opción viable, pues aunque utilizemos una fuente renovable el impacto no es despreciable. Todos queremos televisores nuevos y más modernos, vehículos cada vez más potentes, electrodomésticos inimaginables hace unos cuantos años, celulares, todo esto dependiente de una industria altamente demandante de energía, sin pensar que la energía no baja del cielo, hay que generarla. Esta es una situación en la que nos empuja el deseo de vivir por encima de las posibilidades. Eso nos lo está indicando nuestro planeta y es

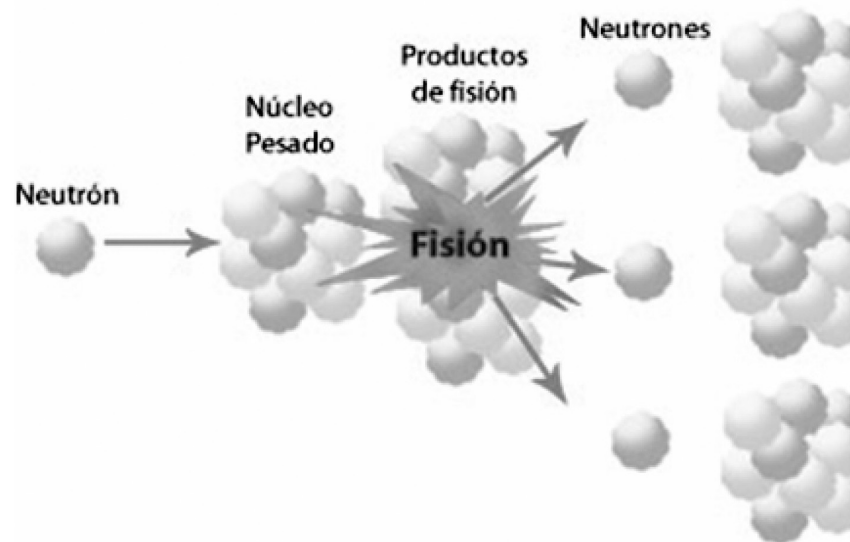
el momento en el que debemos involucrarnos en la solución del problema. Es necesario estar informados y exigir a las autoridades la reconversión de Laguna Verde, disminuir el consumo y cambiar de hábitos, algo muy difícil por cierto.

La decisión respecto a cómo pasar del esquema actual a uno que sea viable y sostenible no puede basarse en consideraciones emocionales, como lo afirma la Sociedad Europea de Física, pero tampoco debemos dejar esta decisión en manos de los gobernantes o empresas sin escrúpulos. La decisión solo se puede tomar con base en las acciones que como sociedad asumamos, dejando la pasividad e indiferencia que permite a unos pocos tomar decisiones que nos afectan a todos y que hacen inviable nuestro futuro.

(*) Licenciado en Física, Maestro y Doctor en Ciencias con Especialidad en Física Nuclear por el CINVESTAV. Actualmente es investigador de la Facultad de Física de la Universidad Veracruzana. Es miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias, así como Investigador Nacional Nivel II del Sistema Nacional de Investigadores. Posee una larga y fructífera trayectoria dentro de la producción científica y en la formación de recursos humanos en su área de especialidad.

[1] Radiación ionizante son partículas u ondas que por su naturaleza o energía alteran (ionizando) los materiales por los que atraviesa.

[2] Foro de discusión sobre la energía nuclear en México, J. Arias, C. Vélez, Revista Mexicana de Física, 33, pag. 341.



Reacción de fisión nuclear en cadena ■ Foto Cortesía www.textoscientificos.com

LAGUNA VERDE O LA ARCAICA OBSESIÓN DE SER "MODERNOS"

El proyecto Laguna Verde se remonta a 1966, año en que 1) se escogió ese lugar de la costa del Golfo de México como emplazamiento de la planta nuclear, 2) se empezaron los estudios de diseño y 3) a gastar dinero en su realización. De 1975 a 1980 sus oficinas estuvieron en Nueva York, EUA. Los objetivos declarados del proyecto fueron a) la diversificación energética, gracias a la cual se ahorraría petróleo y aprovecharía el "abundante" uranio existente en el país [la paraestatal Uramex fue extinguida en 1979 por la baja ley del escaso mineral uranífero que pretendía explotar]; b) incrementar la capacidad de generación de electricidad, cuya demanda crecía vertiginosamente debido a la acelerada modernización del país; y c) formentar el desarrollo científico y tecnológico. Sus promotores, Fernando Hiriart Valderrama, Juan Eibenschutz, Guillermo Fernández de la Garza (hermano de Rafael, actual director la Central) y Carlos Vélez Ocón, advertían que, para evitar que el país cayera en un desabasto eléctrico catastrófico, la planta nuclear, que aportaría el 5% de la generación eléctrica nacional, tendría que estar operando a mediados de 1976.

Tiempo para que se cumplieran las profecías catastrofistas del grupo nuclear lo hubo y en demasía, ya que en realidad la Unidad 1 no entró en operación comercial hasta 1990 y la Unidad 2 hasta 1995, lo cual significó **29 años de río revuelto**... Y el desabasto de electricidad nunca se produjo. Quizá quien más nos acerca a la solución del enigma es José Antonio Rojas en su libro *Desarrollo nuclear de México*, cuando dice que el proyecto Laguna Verde representa "[...] un real fracaso técnico, aunque es muy probable que en términos eco-

nómicos y financieros muchos funcionarios y muchas compañías que han participado en su construcción *no tengan absolutamente nada que lamentar*".

MOTORIZAR UNA SILLA DE RUEDAS

Todas las cualidades que los militares encuentran en la fisión nuclear para construir bombas de potencia avasalladora y terrorífica son las que se revierten cuando ésta se aplica para la sencilla función de calentar agua y obtener el vapor que haga girar un turbogenerador que produzca electricidad. Darle tal uso a la fisión atómica es como pretender que se mejora una silla de ruedas cambiándole su motorcito de baterías por un motor de Fórmula Uno. ¿Es necesario que especulemos sobre todos los sistemas de seguridad que habría que agregarle a la silla de ruedas para que nunca rebasara una velocidad de unos 4 km/h? Pues bien, entonces queda entendido el absurdo nuclear que ha sido comparado también con ponerse a cortar rebanadas de mantequilla con una sierra eléctrica.

LA INDUSTRIA NUCLEAR AGONIZA

Pero ¡cuidado! la industria nucleoelectrónica está en trance de desaparecer y sus últimas patadas pudieran ser mortales y durar aún buena parte del siglo XXI. Ahora bien, esta agonía no se debe a los daños sanitarios y ambientales, presentes y futuros, que su operación normal o anormal provoca, que la doble tragedia de Japón vuelve a señalarlos como peligro latente, ni al poder de los movimientos antinucleares que crecen en todo el mundo, sino simplemente a que no es negocio, a pesar de todos los subsidios ocultos que recibe en todos los países que mordieron el señuelo de que la electricidad nuclear se pro-

duciría a un costo tan insignificante que sería más caro medirla y más aún cobrarla. Leonardo Maugeri—tan sólo para citar a uno de los muchos economistas y empresarios que han tratado el tema—vicepresidente de ENI, la empresa italiana dedicada a la explotación de petróleo y gas, declaró en *Newsweek* en 2004 que "Muchos industriales de la energía piensan que la nuclear es la respuesta, pero están basando su confianza en análisis erróneos de la competitividad de costos [...] los productores yerran al calcular el precio real de la electricidad producida por medios nucleares. Cuesta lo mismo construir una planta nueva que desmantelarla, razón por la cual las compañías comprometidas con la energía nuclear están ahora cabildeando para demorar tanto como se pueda el cierre de las plantas nucleares cuya vida útil se acerca a su fin." Por otro lado, los costos de construcción de una central nuclear en realidad nunca terminan, principalmente por las "modificaciones retroactivas" que, en aras de aumentar la seguridad de operación, ordena la Comisión Regulatoria Nuclear de Estados Unidos, y las cuales se imponen en los países comprometidos con la tecnología nuclear norteamericana.

A pesar de la cortina de humo color de rosa con que la industria nuclear estadounidense trata de ocultar sus angustias, sus tácticas para salvarse del inminente naufragio son claras aunque también contradictorias. Primero, prolongar peligrosamente y con la venia de la autoridad reguladora la vida útil de instalaciones nucleares vetustas hasta por 10 y 15 años más, imponiendo costosas "modificaciones retroactivas", algunas acompañadas de aumento de potencia (*uprating*). En segundo lugar, depositar la esperanza en los llamados reactores de Cuarta Generación, de tamaño, potencia e inversión mucho más pequeños

y, que, naturalmente, sólo existen en el papel. Los anima la creencia de que construyendo centrales de 100 a 200 MW de potencia y dotadas de sistemas pasivos de seguridad se vencerá la oposición pública a la vez que se reducirán los tiempos de construcción y por tanto los riesgos para sus capitales, que es lo más importante.

¿Que haremos cuando se acabe el combustible fósil?

En uno de esos momentos en que los beneficiarios del programa nuclear mexicano desbordan ingenio, un alto funcionario de ese grupo, clavando su mirada astuta en los ojos del antinuclear, preguntó:

¿Y qué sugiere usted que hagamos en el momento en que ya no quede ni un gramo de combustible fósil en el mundo?

Y el antinuclear respondió:

—Pues apagar inmediatamente todos los reactores nucleares, ya que, como usted sabe mejor que yo, sus sistemas de emergencia funcionan con diesel, que es un combustible fósil. ¿No es así?

Lo acertado de la respuesta del antinuclear quedó espectacular y trágicamente confirmado con el accidente múltiple de la Planta Nuclear de Fukushima I, en donde no ocurrió el llamado "accidente base de diseño", que, según la restringida clarividencia de los diseñadores, es la peor contingencia imaginable que puede sufrir un reactor nuclear. Pero a la Naturaleza, más imaginativa que el mejor pagado de los diseñadores, esta vez se le ocurrió hacernos ver lo que le ocurre a la energía nuclear cuando sus auxiliares de combustible fósil se ahogan en agua de mar.

¿Qué salió mal en Fukushima el 11 de marzo de 2011?

Examinándolos en retrospectiva, no se pueden desconectar los accidentes nucleares, ocurridos en la Central de Fukushima I el 11 de marzo de 2011, de



Fotos Greg Webb / IAEA Imagebank



las irregularidades que en materia de seguridad estuvo cometiendo la Tokyo Electric Power Company (TEPCO). La mayoría del pueblo japonés es antinuclear, postura fácil de entender si se tiene presente que parte sus habitantes fueron los conejillos de Indias de las primeras bombas atómicas de Estados Unidos. En un intento por contrarrestar la intensa oposición, TEPCO realizó una campaña publicitaria con el manido tema de que la energía nuclear es amigable para con el medio y además aliada contra el cambio climático global. En 2002, sin embargo, cayó el rayo desde lo alto: al ser investigada, TEPCO tuvo que admitir que había estado presentando informes falsos sobre la seguridad de sus reactores nucleares. Sus técnicos, por instrucciones de los altos mandos, no informaron de 29 incidentes serios, tan serios que involucraban fugas radiactivas y grietas en los reactores de tres de sus plantas nucleares, registradas a fines de los años 80 y principios de los 90, aparte de estar usando a sabiendas monitores defectuosos en los sistemas de enfriamiento. Ante la imposibilidad de ocultar el escándalo y ante las firmes protestas de los grupos ecologistas el gobierno japonés, que había solapado otras irregularidades en la operación de las plantas de TEPCO, se vio obligado a ordenar el cierre temporal de 17 instalaciones nucleares de la compañía. En 2003 se autorizó el reinicio de operaciones de tres plantas y en 2004 el reinicio de las restantes.

LOS ACCIDENTES

Los reactores de Fukushima II estaban diseñados para soportar lo que se llama accidente base de diseño que, en el caso de los BWR, es la rotura circunferencial del circuito de enfriamiento de una de las bombas de recirculación, acompañada de la pérdida de suministro eléctrico externo y un terremoto con aceleración de 0.45 g (4.38 m/s²), todo ello simultáneamente. [El accidente base de diseño de los reactores de Laguna Verde es prácticamente el mismo, sólo que las medidas antisís-

micas son para un terremoto con aceleración máxima de 0.26 g.] Contra los tsunamis, Fukushima II estaba protegida por una escollera de 5.7 metros de altura.

Pero entonces, ¿qué fue lo que salió mal en Fukushima? Nada y todo.

Con anterioridad al terremoto sólo tres de sus reactores estaban funcionando; los otros tres se hallaban apagados y sometidos a mantenimiento. Al golpear el terremoto, a las 14:46 horas del 11 de marzo en Japón [22:46 horas del 10 de marzo en México], en los reactores 1, 2 y 3 los equipos se comportaron tal y como lo habían previsto sus diseñadores: se insertaron automáticamente las barras de control y los reactores se apagaron. En fracciones de segundo arrancó el sistema de enfriamiento de emergencia del núcleo. Habiéndose perdido el suministro eléctrico externo, el conjunto de generadores diesel de emergencia empezó a bombear refrigerante a fin de extraer el calor residual, que equivale aproximadamente al siete por ciento del calor generado por cada reactor a plena potencia. Hasta ese momento podría haberse dicho, con verdad, lo que se estila en esos casos: "la situación está bajo control". Pasados entre 41 y 60 minutos de la primera sacudida del terremoto, azotó el tsunami, con olas de 14 metros de altura, y los edificios de los seis reactores quedaron inundados y dañados los generadores diesel. Con la premura del caso, para continuar con el enfriamiento de emergencia, el personal puso en funcionamiento bombas operadas por baterías. Gracias a éstas, mantuvieron la situación bajo control durante las ocho horas que duró su carga. Como mantener la baja la temperatura del núcleo es asunto decisivo para evitar que el núcleo de combustible se sobrecaliente e incluso llegue a fundirse, los reactores nucleares tienen toda una variedad de sistemas de enfriamiento independientes. Desgraciadamente todos habían quedado fuera de servicio. Cuando dejan de operar los

sistemas de enfriamiento, normales o de emergencia, empieza a acumularse vapor y otros gases dentro de la vasija del reactor, con el consiguiente aumento de la presión. Para mantener la presión dentro de niveles manejables, los operadores tuvieron que abrir de tiempo en tiempo las válvulas de alivio y dejar escapar de las vasijas vapor y gases radiactivos. Los operadores japoneses estuvieron librando una batalla que con justeza puede calificarse de heroica, llevando de un lugar a otro de la planta generadores portátiles en su tarea de no permitir que el núcleo del reactor se recalentara, mientras otras cuadrillas enfriaban las piscinas de combustible irradiado, que se hallan precisamente a un lado de las tapas de las vasijas de los reactores. La batalla empezó a perderse cuando se percataron de que era imposible reponer el agua que hervía y se transformaba en vapor y que se perdía irremediamente cada vez que ventilaban las vasijas de los reactores. Supuestamente, el combustible de uranio aún no había sufrido daño, pero sí su revestimiento de la aleación llamada *zircaloy*, que al entrar en contacto con el vapor se oxida rápidamente con desprendimiento de grandes volúmenes de hidrógeno. Aun cuando se acabó el agua de los depósitos de la planta, los operadores perseveraron en su labor de enfriar el núcleo candente ahora inyectando agua con ácido bórico y agua de mar. [Se inyecta agua con ácido bórico, que es absorbedor de neutrones, no con fines de enfriamiento para impedir que se reinicie la fisión atómica.] Durante muchas horas los técnicos siguieron exponiendo sus vidas, al trabajar en un medio saturado de emanaciones radiactivas, convencidos de que estaban ganando la batalla. Sin embargo, carentes de medios para conocer la temperatura y la presión dentro de la vasija del reactor, tampoco supieron que hacía horas que ya habían perdido la batalla. A las 21:00 horas de Japón, el gobierno ordenó la

evacuación de la población en un radio de 3 kilómetros a partir de la planta.

A las 10 de la mañana del 12 de marzo, TEPCO anunció que para bajar la presión dentro de la vasija del reactor 1 habían dejado salir vapor y gases radiactivos a la atmósfera, pero que ello no representaba ningún peligro para la población. A las 15:30 del mismo día, se ordena la evacuación en un radio de 10 kilómetros de Fukushima I y en un radio de 3 kilómetros de Fukushima 2. A las 15:36 una fuerte explosión de hidrógeno hace volar el techo y parte de las paredes del edificio del reactor...

Y como tantas veces los antinucleares de todo el mundo lo han advertido: **la famosa piscina de supresión no suprimió ninguna presión.** ¿Puede decirse que ésta fue la falla decisiva? En el mundo de dogmas de la energía nuclear ni siquiera vale hacerse la pregunta.

En fin, se trata de una historia triste que se sumó a la desgracia que en sí constituyeron el intenso terremoto y el subsecuente tsunami de altura inusitada que azotó al laborioso país. La radiactividad llegó a las costas de América del Norte y funcionarios canadienses, norteamericanos y mexicanos repitieron, solemnes, su cantinela: la radiación es tan baja que no causará daño alguno. Luego voló también el techo del reactor 4 que durante el terremoto y el tsunami no estaba en funcionamiento. ¿Por qué, pues? Por lo que tanto se ha criticado de los reactores de la General Electric, el de Laguna Verde incluido: es muy peligroso que las piscinas de combustible irradiado, que tiene que ser enfriado constantemente, estén a un lado de la tapa de la vasija del reactor.

Ya se ha dicho antes, lo repetimos ahora, la seguridad de una planta nuclear no depende ni de la buena voluntad de sus operadores ni de los gastos que se hagan en su construcción: depende del estado actual de la ciencia y la tecnología, que en este campo están llenas de incertidumbres y problemas no resueltos.

LO QUE APRENDIMOS DEL ENORME SACRIFICIO

► EMI TSUDAKA, COMUNICADORA AMBIENTAL,
TAKARAZUKA-SHI, HYOGO, JAPAN



Todos construimos nuestro futuro por nosotros mismos.

Fue el 11 de marzo de 2011 que nos enfrentamos al terremoto y tsunami de Tohoku que mató a 15,310 personas y dejó a otras 8,404 como desaparecidas según la Agencia Nacional de Policía de Japón, además de tener que evacuar a más de 300 mil. Este desastre fue único por muchas cuestiones. Primero, no tuvo una predicción en cuanto a magnitud, de tal manera que las personas no pudieron prepararse o siquiera imaginar lo que iba a pasar. Segundo, tanto el terremoto como el tsunami dañaron a varias plantas nucleares, entre ellas la de Fukushima que resultó la más afectada. Dado que sus instalaciones sufrieron algún grado de destrucción, la planta perdió su sistema eléctrico para enfriar sus reactores, y no solamente eso sino que sus sistemas alternos de electricidad también sufrieron desperfectos. Por lo tanto, los reactores de Fukushima se salieron de control y la energía nuclear comenzó a reaccionar sin que pudiera contenerse humanamente. Después de este evento, para reducir la posibilidad de explosión se liberaron sustancias radioactivas. Nosotros sabíamos que la cantidad de radiación en el aire comenzaba a incrementarse. Desafortunadamente, los reactores nucleares tuvieron algunas explosiones y eso provocó niveles más altos de contaminación radioactiva en el ambiente. Hoy sabemos que, basado en la Escala Internacional de Accidentes Nucleares desarrollada por el Organismo Internacional para la Energía Atómica, la clasificación del desastre de Fukushima fue de un nivel 7 (accidente grave) que se iguala al que ocurrió en Chernobyl.

Durante la contingencia, se estableció un radio de 3km alrededor de la planta de Fukushima en donde se prohibió el acceso e inmediatamente se evacuó de manera forzada a residentes entre los 20 y 30km de distancia de los reactores de la planta. Después de este radio, los habitantes estaban por su cuenta, tuvieron que movilizarse por sus propios medios a otras áreas más remotas, y si no se podía desplazar toda la familia, mandaban a sus hijos al menos. Para los residentes, fue muy duro decir adiós a su ciudad natal; para los granjeros, pescadores y criadores, fue duro decir adiós a su tierra

cultivada, su mar y sus animales. Algunos decidieron irse, otros se quedaron. Entre ellos platicaban y comentaban, “¿por qué decidimos tener plantas de energía nuclear? Recuerdo que nos dijeron que eran muy seguras a pesar de los terremotos y otros desastres?” Lo que ahora vemos, es que esta elección que hicimos en el pasado es la que causó esta pesadilla, pero también pensamos que nadie puede cambiar el pasado.

La situación desencadenada en la planta nuclear de Fukushima no es obviamente menos segura que lo habitual. Hablando científicamente, la posibilidad de desarrollar cáncer, leucemia o algunos otros síntomas se incrementa ciertamente. ¿Cómo enfrentar esta posibilidad? ¿Si supiéramos que donde vivimos está contaminado, cómo defenderíamos nuestra vida, la de nuestras familias y nuestros hijos? ¿Si tuviéramos conocimiento que no necesitamos depender de la energía nuclear y que existen fuentes alternas para reemplazarla, qué pensaríamos y qué haríamos? La política nuclear siempre ha sido complicada, pero nosotros somos ciudadanos de un país democrático donde la sociedad puede hacer la diferencia.

En áreas lejanas a la planta nuclear de Fukushima se iniciaron e implementaron una serie de acciones. Por ejemplo en Tokio (ciudad situada a 230km del desastre), la gente que por lo general era silenciosa respecto al tema, comenzó a levantarse y

decir públicamente “¡no queremos más plantas nucleares!”. Más de 15 mil personas se unieron durante el 6 de mayo en una protesta encabezada por ciudadanos con una sola petición: pedirle al gobierno que cerrara todas las plantas nucleares en Japón. Las noticias de la protesta se difundieron a través de Internet, especialmente por twitter. Esta movilización significó un cambio radical en la sociedad, y es que desde 1970 fue rara la vez que nosotros los japoneses nos manifestamos en estas cantidades. Para el 15 de mayo, más de 500 personas que en su mayoría eran mujeres, se unieron a la causa y tuvieron como representantes a las madres de Fukushima para pedir por la protección de la vida de los niños y para refrendar la petición inicial, cerrar todas las plantas nucleares en la prefectura de Fukushima. Hiroshima, el primer lugar atacado por una bomba atómica en el mundo, también se unió y para el 24 y 25 de abril organizaron un evento con consignas anti-nucleares y discursos de víctimas de esta energía. Las protestas se multiplicaron y todas tenían un discurso común “queremos vivir sin la energía nuclear”. Además de esto, también se entregaron peticiones a la compañía eléctrica

y sus oficinas públicas. Los organizadores pudieron estar convencidos de una cosa, las autoridades estaban listas más que nunca para escuchar lo que teníamos que decir. Se recibió una respuesta de la compañía eléctrica después de dos días, cuando antes de las explosiones de Fukushima, ninguna organización ciudadana había recibido tal respuesta ya que por lo general las peticiones eran ignoradas después de ser entregadas. Sin embargo, la respuesta no fue la esperada, solamente se decía que iban a construir plantas nucleares mejores y más fuertes, un discurso que ya se manejaba incluso antes del accidente de Fukushima.

Sin embargo, los ciudadanos japoneses seguían cambiando y no solamente por las protestas organizadas sino por lo que se comenzaba a decirse durante las pláticas diarias. En Japón, el hablar de temas relacionados con la energía o plantas nucleares era un tabú porque tenía una connotación de seriedad para una plática cotidiana, también porque se consideraba un mal necesario aún cuando los japoneses ya conocíamos los efectos causados por la bomba de Hiroshima. Ahora que la planta nuclear de Fukushima es todavía peligrosa, la gente se mantiene informada por las noticias, por las conversaciones diarias y por Internet. Sin embargo, la energía nuclear no es lo que deberíamos estar debatiendo, más bien es fortalecer nuestra ciudadanía reconociendo y demandando lo que necesitamos y queremos para poder garantizar nuestras vidas. Lo mismo tendría que ser en todos esos países del mundo donde existen plantas nucleares.

Algunas personas creen que los ciudadanos pueden hacer la diferencia, otros no. Pero quien iba a imaginar (antes del terremoto de Tohoku y el desastre nuclear de Fukushima) que una mayoría silenciosa se convertiría en un público interesado, demostrativo y activo. El vivir en un ambiente seguro sin tener la preocupación de sustancias radioactivas no tiene precio. De hecho también debemos pensar que la energía nuclear no es solamente no sustentable, sino también económicamente inviable. Las plantas de energía nuclear necesitan una gran inversión para la disposición y almacenamiento de desechos radioactivos. Los participantes en las protestas en Hiroshima, así como en otras partes, querían solamente preservar el regalo de la vida y de paso, cuidar nuestro impuestos. Si empezamos a utilizar energía limpia, no necesitaríamos preocuparnos en gastar dinero para construir y mantener plantas de disposición final de residuos. Tenemos que ver que el cambio está aquí, siempre y cuando uno tome la decisión de apoyar la vida libre de plantas nucleares. Las organizaciones sociales deben darse a la tarea de aprender qué es la energía nuclear y cómo se puede enfrentarla, además de utilizar el poder de lo visual para transmitir esto al público. Aprendan de nosotros y de nuestro sacrificio. Nuestra lección es que obtener información y aprender de ello es un lugar ciertamente correcto para empezar a cambiar las cosas.

(Traducido del inglés por Valentina Martínez)

Fotos Masayuki Tojo

