

USOS PACÍFICOS DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Quisiera, en primer lugar, agradecer a los organizadores de este Simposio sobre "La Guerra Nuclear" la oportunidad que me han brindado de presentar los aspectos benéficos de la energía nuclear, es decir, su utilización pacífica, lo cual trataré de hacer brevemente con el objeto de no distraer demasiado la atención del tema medular de esta reunión.

Me parece importante enfatizar que ningún tipo de energía es malo en sí mismo y que son los usos que se hagan de estos tipos de energía los que pueden ser negativos para la humanidad. Este énfasis es de particular importancia en el caso de la energía nuclear debido a que las primeras evidencias de ella, que el género humano recuerda, son los efectos producidos por las dos bombas nucleares detonadas sobre sendas ciudades del Japón al finalizar la Segunda Guerra Mundial. Esta experiencia resultó, entre otras cosas, en un temor hacia la energía nuclear que ha opacado sus usos pacíficos y en muchas ocasiones ha frenado, en forma irracional, proyectos benéficos para la humanidad. Por otra parte, la experiencia mencionada también resultó en un gran número de proyectos científicos encaminados a estudiar y determinar a fondo los efectos dañinos de la energía nuclear y las formas seguras de hacer uso de la misma con fines pacíficos.

Entrando en materia, cabe mencionar que la energía nuclear no se manifiesta únicamente en los procesos de fisión y fusión sino que también está presente en los materiales radioactivos, en los radioisótopos ya sea naturales o fabricados por el hombre. Estos materiales radioactivos han tenido diversas aplicaciones en diferentes campos, durante varias décadas, para beneficio de la humanidad. Sus aplicaciones en la agricultura incluyen su utilización como trazadores para determinar el aprovechamiento de nutrientes y con ello el mejoramiento de las cosechas; también en este campo se han utilizado para el control de plagas sin que haya contaminación por sustancias dañinas en los productos alimenticios. En la medicina se han utilizado, y se utilizan, para diagnósticos y para el tratamiento ya sea paliativo o curativo de tumores, entre otras aplicaciones. En la industria sus aplicaciones van desde el control de espesores y densidades hasta la detección de fallas de componentes por defectos internos. Se han utilizado también como fuentes de energía para operar boyas marítimas y existen proyectos que permiten su uso como fuentes de energía para iluminación de emergencia a nivel casero.

Por supuesto que no pretendo hacer un listado exhaustivo de todos los usos pacíficos que han tenido los radioisótopos, sino solamente mencionar algunos ejemplos de utilidades benéficas que la humanidad ha aceptado, olvidándose que se trata de la energía nuclear que tanto teme por asociarla con bombas solamente.

Pero ya que he mencionado de nuevo a las bombas, debo recordar ahora que éstas también pueden tener aplicaciones benéficas semejantes a las que pueden tener la pólvora y la dinamita, o en forma más elaborada. Existen proyectos para emplear bombas nucleares para excavar grandes canales, por ejemplo, que están en diversas etapas de diseño o experimentación que permitan determinar las condiciones en que se lleven al cabo en forma tal que se garantice la seguridad, es decir, que no se produzcan daños. Asimismo, existen proyectos de explotación minera en los cuales el material que se extraiga contenga los minerales de interés ya con cierto grado de procesamiento. Respecto al petróleo también existen proyectos de técnicas para su explotación en las que se incluye la utilización de bombas nucleares. Sin embargo, como mencioné antes, estos proyectos sólo se llevarán al cabo en condiciones que garanticen la seguridad.

Cabe mencionar, haciendo un paréntesis en el tema, que de las pruebas de bombas nucleares para usos bélicos se ha obtenido valiosa información sobre el comportamiento de la materia sometida a altas presiones, que ha permitido un avance sustancial de la física en este campo.

A pesar de ser numerosas las aplicaciones ya mencionadas de la energía nuclear, su aprovechamiento pacífico masivo está en los reactores empleados con el propósito de generación de electricidad, los cuales quisiera tratar con más detalle, con el objeto de destacar su seguridad.

De una manera simplista, se puede decir que una planta nucleoelectrica es una planta termoeléctrica convencional en la cual se sustituye la caldera generadora de vapor por un reactor nuclear, lo cual es cierto desde el punto de vista de la fuente generadora de calor. Sin embargo, la aseveración anterior no es completamente correcta debido a que las plantas nucleoelectricas contienen un conjunto de dispositivos de seguridad y sistemas para el tratamiento de sustancias radioactivas que garanticen su operación segura, es decir, sin que constituya un riesgo mayor para su personal de operación y para la población en general. Estos dispositivos y sistemas reflejan los resultados de los numerosos estudios, mencionados al principio, sobre los efectos dañinos de la energía nuclear.

En términos generales, un reactor nuclear está formado por barras de combustible que contienen el material fisionable; un material moderador para los neutrones; un fluido de trabajo para transportar la energía liberada, en forma de calor; un conjunto de barras de material absorbente de neutrones, llamadas barras de control, que permiten regular el número de fisiones producidas y por

ende la energía liberada; por último, debe haber material estructural para soporte o canalización de los componentes mencionados. Para iniciar el funcionamiento del reactor es necesario contar con una fuente de neutrones, la cual puede ser removida posteriormente.

No es mi propósito cansarlos con detalles técnicos sobre el funcionamiento de cada uno de los componentes de un reactor. Basta mencionar que para que se pueda producir una reacción en cadena autosostenida, es necesario que se tengan presentes todos los materiales de sus componentes en una mezcla adecuada a la geometría del reactor y al tipo de combustible utilizado. Es decir, es necesario tener una masa crítica del material fisionable, la cual es función de los materiales que constituyan los componentes y de la geometría en que están dispuestos.

El combustible que se utiliza en los reactores de las plantas nucleoelectricas que existen en la actualidad es principalmente el uranio, con un número muy pequeño que utilizan plutonio mezclado con uranio. Como es bien conocido, el uranio que se encuentra en la naturaleza consiste fundamentalmente de dos isótopos: el 235 fácilmente fisionable y el 238, que también se puede fisiónar, pero mucho más difícilmente. Estos isótopos se encuentran en la proporción de 0.7% a 99.3% respectivamente. El plutonio, que también se fisiona fácilmente, no se encuentra en la naturaleza y se produce por absorción de neutrones en el isótopo 238 del uranio.

Regresando al tema del combustible que los reactores nucleares utilizan para producir electricidad, éste consiste de uranio natural o ligeramente enriquecido en el isótopo 235, o bien en una mezcla de uranio con plutonio, también en porcentaje no muy alto. He querido hacer énfasis en lo anterior debido a que existe la creencia, bastante generalizada, de que un reactor es una bomba nuclear en potencia y que tiene el peligro de explotar, lo cual es completamente erróneo, como se puede ver si comparamos con la composición de una bomba nuclear.

También, en términos generales, una bomba consiste de material fácilmente fisionable, una fuente de neutrones (la cual no es indispensable) para arrancar el proceso y un mecanismo para hacerla detonar. Cabe hacer notar que aquí no existe material moderador de neutrones ni material absorbente de los mismos con propósitos de control. Además, la liberación de energía debe ser hecha en tiempos muy cortos para que sea una bomba efectiva.

La falta de material moderador implica la necesidad de tener material fácilmente fisionable en altos grados de enriquecimiento, mayores que el 90%, para formar la masa crítica. No se puede hacer una bomba con uranio natural ni con uranio ligeramente enriquecido. En otras palabras, en un reactor nuclear no existe el material fácilmente fisionable en enriquecimientos tales que le permitan funcionar como bomba, no teniendo entonces la posibilidad de explotar.

Al no tener la posibilidad de funcionar como bomba, el mayor peligro que podría tener un reactor nuclear sería el de liberar masivamente los productos de fisión altamente radioactivos que se acumulan durante su funcionamiento. Esta liberación podría resultar de una excursión de potencia en el reactor, es decir, de que hubiera una alta liberación de energía en un tiempo relativamente corto que resultara en una elevación de temperatura en sus barras de combustible hasta fundirlas, dejando entonces en libertad los productos de fisión contenidos en ellas.

El anterior constituye un accidente muy serio con la posibilidad de producir grandes daños. Sin embargo, se pueden determinar cuáles son las situaciones en que puede ocurrir este tipo de accidentes y tomar las medidas adecuadas, desde la etapa de diseño de las plantas, para contrarrestar sus consecuencias. De esta manera, se diseñan el reactor y el edificio en que se aloja en la planta generadora de electricidad, con barreras de contención múltiples para que entren en funciones cuando alguna de ellas falla. Este tipo de barreras varía con el tipo de reactor de que se trate, pero en todos ellos la norma es de tener barreras redundantes así como de operar el reactor a temperaturas mucho más bajas de temperatura de fusión de su combustible.

Por otra parte, el número de barreras y su redundancia aumenta en función de la cercanía a centros grandes de población. Es decir, se puede diseñar una planta nucleoelectrica para ser instalada en el centro mismo de una gran ciudad, pero el costo de las barreras necesarias para tener un riesgo mínimo sería tal que la producción de electricidad en estas condiciones sería tan alto que no resultaría buen negocio.

Por supuesto que no hay una sola instalación hecha por el género humano que sea cien por ciento segura, pero los estudios que se han realizado en torno a la energía nuclear permiten tomar medidas de seguridad que no se toman en ningún otro tipo de instalación y debido a ello se puede decir que el índice de seguridad en plantas nucleoelectricas es de más de 400 años-reactor sin que se haya producido un accidente mortal, ni siquiera entre su personal de operación.

El incidente más serio que se ha tenido en este tipo de plantas es el ocurrido hace aproximadamente dos años en Three Mile Island, sobre el cual se pudo leer mucho en la prensa, casi siempre en el sentido de lo *grave que pudo haber sido* y muy pocas veces en lo que en realidad fue, o sea que ninguna persona, incluyendo al personal de operación de la planta, fue expuesta a niveles de radiación por encima de los aceptados internacionalmente como seguros; ni tampoco se liberaron sustancias radioactivas por encima de las concentraciones permitidas, igualmente aceptadas internacionalmente. En otras palabras: funcionaron adecuadamente los sistemas redundantes de seguridad, las barreras múltiples.

Un aspecto de los incidentes que resultan en las plantas nucleocelétricas, que muy rara vez se menciona siquiera en la prensa y menos aún se destaca, es el de su influencia en el diseño de nuevas plantas y revisión de las existentes para incluir nuevos criterios y dispositivos de seguridad que resultan del análisis detallado de dichos incidentes. Quiero enfatizar con esto que la industria nuclear está constantemente en estudio y revisión y tiene como norma fundamental la seguridad tanto de sus trabajadores como del público en general.

Por otra parte, para asegurar que se cumple con las normas y criterios de seguridad que sobre los usos pacíficos de la energía nuclear se establecen en los diversos países, éstos cuentan con organismos reguladores que revisan los diseños y las operaciones y se encargan de los aspectos de licenciamiento de las instalaciones donde se efectúan dichos usos, así como de las personas encargadas de realizarlos.

A nivel internacional existe el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), con una serie de funciones sobre los usos pacíficos de la energía nuclear, que no voy a tratar de enumerar, pero que están encaminadas hacia la garantía de la seguridad en dichos usos.

En lo anterior he tratado de hacer un resumen sobre diversos usos pacíficos de la energía nuclear y en particular sobre su forma de utilización masiva, los reactores nucleares para la generación de electricidad, tratando de destacar la importancia que tiene la seguridad en este campo. Sin embargo, no quisiera terminar mi intervención sin señalar algunos aspectos de tipo legal, jurídico y social que pueden presentarse o se presentan en estos usos pacíficos, ya sea para prevenir que se rompan las condiciones de seguridad o para ver sus consecuencias en el caso de que esto suceda.

Con lo anterior me estoy refiriendo, por ejemplo, al caso en que se liberara una nube radioactiva en una planta nuclear. Se debe contar con un plan de emergencia previamente elaborado que, de acuerdo con las condiciones climatológicas existentes en el momento en que se produzca el accidente, permita proceder en forma tal que se minimicen sus consecuencias en cuanto a daños producidos a la población. Este plan debe incluir, entre otras medidas, la evacuación de la población de ciertas áreas. Obviamente un plan de emergencia de este estilo, aunque nunca fuera usado, tiene un cierto impacto social. Por otra parte, dependiendo del sitio en que la planta nuclear esté localizada, pudiera darse el caso de que la nube radioactiva cruzara fronteras internacionales. También aquí es claro que los problemas que esto puede acarrear no son sencillos.

Otro ejemplo lo constituye el que sucediera un accidente a un vehículo que transporta material altamente radioactivo, el cual resultara en la liberación de este material, o parte del mismo. También aquí debe preverse cómo proceder para minimizar las consecuencias y también aquí debe considerarse el que suce-

diera en algún país que no sea el de origen del propietario del material en cuestión.

Temas como los mencionados en estos ejemplos han sido estudiados y se siguen estudiando por los especialistas respectivos con el objeto de llegar a soluciones adecuadas, tanto desde el punto de vista tecnológico para incrementar los niveles de seguridad, como desde el punto de vista humanista. Algunos ejemplos sobre documentos resultantes de estos estudios son:

1. Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en la América Latina o Tratado de Tlatelolco.
2. Tratado para la No Proliferación de las Armas Nucleares.
3. Acuerdos sobre la aplicación de Salvaguardias en relación con los dos Tratados anteriores.

Todos ellos contemplan los usos pacíficos de la energía nuclear y en esta reunión son ampliamente discutidos.

Por último, quiero agradecer de nuevo la oportunidad de discutir brevemente algunos aspectos de los usos pacíficos de la energía nuclear, el uso adecuado de la misma.

Vinicio SERMENT CABRERO