



OIEA

Distinguidos Delegados:

En nombre del Colegio San Ignacio y el comité organizador de SIMUN 2011, les doy una cordial bienvenida a la V edición del San Ignacio Model of United Nations.

Es para el Colegio San Ignacio y para mi persona un gran honor el poder realizar este evento que espero llene sus expectativas, ayude a su formación académica y contribuya a formar la consciencia necesaria para poder actuar e involucrarnos con una realidad que día a día nos golpea, es nuestro deber como jóvenes fomentar el cambio y hacer lo que podamos para alcanzar la paz y la felicidad de Venezuela.

Actualmente es imposible ignorar la diversidad de problemas y situaciones que se presentan en Venezuela, el ambiente de hostilidad y de miseria es cada vez mayor y los venezolanos comienzan a perder las esperanzas de seguir luchando por lo que creen, es ahora que debemos de estar más unidos y ser más tolerantes con los otros, vamos a poner en practica la diplomacia y las herramientas que se nos han dado a lo largo de nuestra experiencia en los modelos de Naciones Unidas, estamos llamados a ir más allá de las barreras y a construir un país que corresponda a un sueño común.

Comencemos a ser libres y jamás permitamos que otros nos impidan expresarnos, tomar el derecho de palabra Ser líderes incluyentes y que aprenden a negociar de una manera justa y humana es el sentido más profundo de los modelos. Tenemos el futuro del mundo en nuestras manos, una nueva comunidad de hombres es posible, está en nosotros hacerla realidad. Me despido entonces dejándoles un gran mensaje, como decía Billy Wilder, "Recuerda que eres tan bueno como lo mejor que hayas hecho en tu vida." Así pues delegados, les invito a dar lo mejor de ustedes y a prepararse para ser el cambio que el mundo necesita, Muchas gracias por asumir el compromiso y aceptar el reto de delegar en nuestros comités de trabajo en esta nueva edición de SIMUN 2011.

"En todo amar y Servir"

Andrea Constanza Hernández
Secretaria General SiMUN 2011

Distinguidos Delegados:

En nombre del Comité Organizador de la Quinta Edición del San Ignacio Model of United Nations (SIMUN) 2011), les damos la más cordial bienvenida a la Organización Internacional de Energía Atómica. Es para nosotros un verdadero honor y placer contar con su presencia en esta oportunidad. Esperamos que esta experiencia los enriquezca como seres humanos y les despierte un interés aun mayor por la actualidad mundial.

Hoy en día, el mundo es testigo de lo que muchos expertos consideran el clímax de la evolución tecnológica y energética, la cual dio inicio hace más de 50 años. Hemos visto con gran recelo el desarrollo de la ciencia y la tecnología nuclear pero nunca hemos perdido el optimismo y la esperanza, por lo que es nuestro mayor deseo que el máximo potencial de la energía nuclear sea descubierto y puesto a la disposición de la humanidad, siempre teniendo presente la justicia, la equidad, la responsabilidad y sobre todo el carácter pacífico de sus aplicaciones.

Se ponen sobre la mesa dos temas fundamentales de discusión en dos esferas espaciales completamente diferentes, demostrando que el carácter mundial de esta organización va más allá de los límites terrestres. Nos dedicaremos entonces a debatir sobre la utilidad de las fuentes de energía nuclear en las actividades en el espacio ultraterrestre, uno de las áreas quizás más selectas pero prometedoras de la actualidad; y sobre la influencia que las empresas privadas tienen sobre las actividades nucleares en la Tierra, específicamente sobre el transporte del material radiactivo, proceso limitante para el funcionamiento del resto de los eslabones de la cadena de procedimientos relacionados con el manejo nuclear.

Como un comité integrado en su totalidad de expertos, esperamos que den lo mejor de ustedes durante el debate, que exploren sus capacidades y exploten sus habilidades para que, siempre teniendo como norte el consenso, se logre el fin último de esta reunión el cual no es otro sino resolver un problema que claramente implica una variante más en el destino aún no escrito de la humanidad.

Vivan el día de hoy la mejor experiencia de sus vidas para que puedan contarla el día de mañana y cuando lo hagan y se escuchen a ustedes mismos, tengan ganas de repetirla para contarla de nuevo con más detalles.

Sin más que agregar, se despiden:

Willy Neumann
Presidente

Fernando Mezquita
Vicepresidente

Abigail Ledezma
Oficial de Conferencias

Angelo Castillo
Oficial de Conferencias

San Ignacio Model United Nations

Organización Internacional de la Energía Atómica

Introducción

La ciencia ha sido el soldado de batalla del ser humano desde tiempos inmemorables frente a una infinidad de tribulaciones que han surgido con el devenir de los años. Gracias a esta noble creación del hombre se ha dado solución a muchas de sus principales necesidades. Ilustres y reconocidos personajes se encuentran detrás del telón de la historia de la ciencia. Por su prodigiosa capacidad de observación y su inagotable fuente de ideas han ocurrido innumerables descubrimientos, unos de utilidad cuestionada y otros que han cambiado el destino de la humanidad. Uno de ellos indudablemente es la energía nuclear, resultado de los procesos atómicos. Hasta el día de hoy no se ha logrado poner en evidencia el máximo potencial de esta fuente de energía indómita. Lo que conocemos desgraciadamente a través de los sucesos ocurridos en Chernóbil, Hiroshima y Nagasaki, entre otros no menos preocupantes, son solo la punta del iceberg. Actualmente cada vez más Estados invierten una significativa cantidad de su presupuesto en dirigir programas nucleares en sus territorios con el propósito de revelar lo desconocido en torno al núcleo de los átomos y así dominar lo que será una fuente de gran poder en el futuro en todas sus

formas. La carrera nuclear que inició en la segunda mitad del siglo XX ha alcanzado un punto de no vuelta atrás.

Luego de ver la vehemencia y la clandestinidad con la que los grandes gobiernos manejaban el tema era necesario procurar encaminar las investigaciones nucleares lejos de las aplicaciones destructivas con propósitos bélicos y garantizar la utilización pacífica del potencial nuclear, así como la seguridad de todas las personas involucradas con sus procesos y la transparencia de los mismos. Bajo estas premisas se crea el Organismo Internacional de Energía Atómica, iniciativa que adquiriría un papel protagónico el futuro de la era nuclear. Esta vez nos reunimos bajo su nombre con el propósito de discutir dos tópicos de connotación universal, en los que la cooperación y la diligencia en el accionar en pro de la humanidad son decisivos: la expansión de la tecnología nuclear hacia nuevos horizontes más allá de nuestra atmósfera y la responsabilidad que implica el transporte seguro del material nuclear.

Historia del comité

La década que transcurrió después del final de la Segunda Guerra mundial fue un período de gran incertidumbre y

conmoción. Los 12 años siguientes a la catástrofe desencadenada a raíz de la orden del presidente de los Estados Unidos, Harry Truman, en agosto de 1945 de demostrar el poderío bélico de América sobre las poblaciones de Hiroshima y Nagasaki representó un hecho que determinaría el futuro de la era nuclear.

“Me veo impulsado a hablar el día de hoy en un lenguaje que en cierto modo es nuevo, uno en el que yo, que he invertido gran parte de mi vida ejerciendo la profesión militar, hubiera preferido nunca utilizar. Ese lenguaje es el lenguaje de la guerra atómica”, palabras del presidente Dwight Eisenhower contenidas en un discurso titulado *“Átomos para la paz”,* en inglés *“Atoms for Peace”,* enviado a la Asamblea General de las Naciones Unidas el 8 de Diciembre de 1953. Las palabras de Eisenhower intentaron transmitir consuelo y tranquilidad de que el terror de las experiencias de Hiroshima y Nagasaki no volvería a vivirse nunca más. Las ideas contenidas en este documento, rechazado

en su mayoría por la Unión Soviética, representarían las bases para la creación de un ente internacional que se encargara de regular y promover los usos pacíficos de la energía nuclear y en 1957 se concreta la fundación del Organismo Internacional de Energía Atómica con la publicación definitiva de un Estatuto propio (en inglés, *IAEA Statute*) que contiene los principios de su funcionamiento y su principal propósito: consolidar la máxima cooperación internacional para lograr usos seguros y pacíficos de la ciencia y la tecnología nuclear. Encabezado por el japonés Yukiya Amano, Director General, el Organismo integrado por 151 naciones miembro sigue tres líneas de acción fundamentales: la inspección de las instalaciones nucleares existentes para asegurar su uso en pro de la paz, la distribución de información y elaboración de normas para garantizar la seguridad y protección de las instalaciones y personal involucrado y el asesoramiento de las diversas ramas de la ciencia involucradas en la consecución de los usos pacíficos de la tecnología nuclear.

Tópico A:

Transporte de material nuclear por parte de empresas privadas

Planteamiento del problema

Las aplicaciones de las fuentes radioactivas en el mundo moderno son cada vez mayores. El paso de la producción de energía alternativa a la generada por las corrientes de electricidad, el tratamiento de distintos tipos de cáncer y la propulsión de medios de transporte para la exploración espacial, son utilidades que se han propuesto para la energía nuclear en las últimas décadas y han resultado de un sorprendente trabajo científico de años. Bajo la premisa de descubrir el verdadero potencial de las reacciones nucleares se han dirigido grandes investigaciones científicas, algunas aún inconclusas, por lo que, hoy más que nunca, es imposible imaginar un futuro sin la energía nuclear.

Dentro de la vasta gama de pasos complejos que definen los procesos nucleares, una de las piezas fundamentales del engranaje de cualquier actividad perteneciente a este ámbito la constituye el transporte del material radiactivo que será utilizado o desechado. Diariamente son embarcados miles de encargos que contienen algún componente que emite radiación, en mayor o menor proporción, hacia distintos destinos a nivel mundial, utilizando en la mayoría de los casos medios

de transporte convencionales y vías públicas, por lo que es fundamental garantizar de alguna manera la seguridad del entorno ambiental y las poblaciones por las que atraviese el convoy con la carga. El material nuclear es considerado de alto riesgo, por lo que es importante toda consideración respecto al nivel de seguridad con el cual se protege y transporta la carga, independientemente del agente que realice la labor. De esta manera el transporte de material radiactivo está sometido a una normativa específica dentro del régimen de transporte de mercancías peligrosas estatal, dependiendo del medio de transporte utilizado (siendo el más utilizado el terrestre) y con distintos niveles de exigencia acerca del cumplimiento de los requerimientos solicitados en cada territorio, por lo cual siempre será necesario contar con la aprobación de los organismos gubernamentales correspondientes para poder completarse el traslado con éxito. La normativa aplica para empresas e instituciones estatales y privadas, y el OIEA tiene un papel fundamental tanto en la elaboración de estos protocolos como en la vigilancia de su cumplimiento.

Con el paso de los años se ha observado un incremento de la participación de las empresas privadas en las actividades nucleares a nivel mundial, lo que ha ocurrido en paralelo a la creciente demanda que los diferentes Estados tienen de conocer el

máximo potencial de los procesos atómicos, iniciándose así una larga carrera por el control del poder nuclear, incluyendo la cadena de transporte del material radiactivo. Los recientes conocimientos que han arrojado las investigaciones científicas en la materia, apartando los beneficios que pudiera proporcionar, ha fomentado también desconfianza en los gobiernos de diferentes naciones quienes han incrementado el nivel de exigencia de los requerimientos para permitir el paso de las encomiendas. De igual manera se ha confirmado la violación de las normativas de seguridad para el transporte nuclear por parte diversas organizaciones no gubernamentales que prestan servicios de transporte e instituciones ajenas a las políticas estatales. Ambas situaciones son causa de rechazos y retrasos en las entregas de las cargas con todas las consecuencias que esto implica para la adecuada consecución de los proyectos para los que son necesarias. El OIEA, ante esta problemática y en ejercicio de sus facultades como ente moderador del tema nuclear, propone abordar la situación, evaluando la influencia actual de las empresas privadas en el ámbito del transporte de material nuclear, su posición al compararla con efectividad del control estatal y la responsabilidad demostrada hasta el momento en su accionar a través del cumplimiento de los reglamentos de seguridad establecidos previamente. De igual manera, con el propósito de dar solución a los casos de rechazo y retraso de las entregas de los envíos de material nuclear, se pretende descubrir las causas de estos hechos a través

del análisis de las situaciones irregulares acontecidas en los últimos años y de la vigencia y nivel de exigencia de las pautas establecidas en el **TS-R-1 de 2009** para así concretar el establecimiento de un protocolo que verdaderamente sea cumplido a cabalidad en todos los países y por todas las instituciones del mundo.

Historia del problema

La era nuclear antes de la década de 1940

Muchos creen que la historia de la energía nuclear se resume en la última década del siglo XX. La verdad es que se ha pasado por muchas generaciones de descubrimientos y grandes científicos antes del descubrimiento definitivo de la utilidad inimaginable de los procesos nucleares, aunque no puede ser desmentida esta afirmación del todo, puesto que, por mucho, los años que transcurrieron a partir de 1945, momento en el que finalizó la Segunda Guerra Mundial, representaron el período más crítico de toda la línea de tiempo.

Los griegos dieron grandes aportes al conocimiento humano, sin embargo el más relevante de ellos, en el tema que nos compete, ha sido la disertación acerca de la materia y sus componentes. Ellos fueron los primeros en plantearse la hipótesis de que la materia, elemento constitutivo de todo lo que existe, podía dividirse indefinidamente en partículas cada vez más pequeñas o por el contrario, al término de este proceso de división, existiría una partícula que fuese indivisible. Leucipo de Mileto y su discípulo

Demócrito de Abdera en los años 500 a.C. creían que la segunda de estas posibilidades era la correcta y Demócrito bautizó a estas partículas indivisibles “átomos”, planteando toda una teoría a su alrededor que se resumía en tres principios: “los átomos son eternos, indivisibles, homogéneos e invisibles, se diferencian en su forma y tamaño y las propiedades de la materia varían según el agrupamiento de los átomos”. Sin embargo estos planteamientos fueron rechazados por los filósofos de la época y no fue sino más de 2000 años después que volvieron a ser retomados y se constituirían como la piedra angular de muchas teorías sucesivas.

El siglo XX estuvo atiborrado de nuevas teorías atómicas que vieron sus orígenes a finales del siglo XIX. John Dalton, Joseph Thomson, Ernest Rutherford, Niels Bohr, por mencionar algunos científicos, intentaron por años descubrir más sobre los átomos, abordando la teoría griega de la materia desde distintas perspectivas. Se dio origen a lo que se conoce como Modelos Atómicos. Asimismo, en 1896, Henri Becquerel descubrió elementos que emitían una especie de radiación y tanto él como los hermanos Curie, entre otros, se encargaron de estudiar sus propiedades, encontrando tres tipos diferentes a los ya descritos rayos X de Roentgen poco tiempo después. Pronto se estableció una asociación clave: la radiación provenía del núcleo atómico propuesto por Rutherford en 1911. Veinte años después se describió un elemento de ese núcleo que sería la pieza maestra para los descubrimientos siguientes. James

Chadwick revela la existencia del que llamaría *neutrón* en 1932. Hasta entonces, sólo se hablaba de la materia, pero Albert Einstein había publicado en 1915 la *teoría de la relatividad*, que significaría el eslabón faltante entre la determinación hecha hasta el momento de los componentes de la materia y la teoría de la obtención de energía a partir de ella. Los experimentos hechos sobre esta teoría demostraron que al bombardear un átomo pesado contra otra partícula, las diversas partes en que se separaba el núcleo tenían en conjunto masas menores que las del núcleo original, liberándose así una cantidad de energía. John Cockcroft y E.T.S Walton, probaron la teoría de Einstein utilizando un acelerador lineal, siendo el primero en desintegrar un núcleo atómico con partículas subatómicas aceleradas artificialmente. Con el éxito de la reproducción experimental de la teoría de Einstein se abrió el telón para una nueva fuente de energía con posibilidades prometedoras. El único inconveniente era la inviabilidad para la puesta en práctica de la teoría más allá de un simple ensayo ya que la energía que se consumía en los experimentos siempre era mayor a la que se producía. Estas limitaciones se superaron con los trabajos de Enrico Fermi, quien inconscientemente logró la primera **fisión nuclear** artificial, y posteriormente de los científicos Lise Meitner, Otto Hahn y Fritz Strassmann finalizando la década de 1930, quienes tras revisar los experimentos de Fermi, hicieron oficial el descubrimiento. Se había hallado la manera de generar energía nuclear aprovechable. Albert Einstein, al ver el enorme potencial de este nuevo

descubrimiento humano, instó a sus colegas científicos que rechazaran cualquier ofrecimiento para realizar trabajos militares.

Era cuestión de tiempo para darle uso y cambiar el destino de la humanidad, sólo que la forma en que esto se haría no sería la más deseada por todos.

La transformación de 1940

Se avecinaban tiempos difíciles y se respiraba ya aire de guerra. La década de 1930 representó un gran cambio para Alemania con el establecimiento del régimen de Hitler y su filosofía anti-semita, produciéndose un gran éxodo humano para huir de la persecución nazi. Uno de los científicos que huyó fue Leo Szilard, físico húngaro quien es recordado por ser el primero en concebir y patentar la idea de generar una reacción nuclear en cadena, pero tuvo numerosos fracasos intentando ponerla en práctica con numerosos elementos. Luego de establecerse en New York en 1938, Szilard aprendió sobre los avances hechos sobre fisión y descubrió que el elemento que necesitaba, capaz de producir la reacción en cadena, era el Uranio.

Durante la Segunda Guerra Mundial, Alemania desarrolló un proyecto (Proyecto Uranio) con miras al desarrollo de un artefacto explosivo nuclear luego de que varios científicos informaran sobre el potencial de las reacciones nucleares en cadena con fines militares. Del otro lado del Atlántico, Szilard, preocupado por la posibilidad que Alemania descubriera la bomba atómica, instó a otros científicos que mantuvieran los conocimientos sobre fisión

en secreto para retrasar el avance de los alemanes en la construcción del arma y escribió una carta, preparada por Einstein, dirigida al Presidente Roosevelt en la que le advertía sobre las intenciones bélicas germanas y recomendaba fuertemente que el gobierno de los Estados Unidos desarrollase el mismo prototipo de arma antes que lo hiciera Alemania. Esta comunicación representó un verdadero catalizador para que el gobierno estadounidense se involucrara en la investigación nuclear que concluiría en el desarrollo del llamado *Proyecto Manhattan*, que estaría bajo la dirección del físico Robert Oppenheimer y el general Leslie Grove. Muchos de los científicos prominentes de Europa y Estados Unidos, incluyendo a Enrico Fermi, se asociaron a este proyecto. Fermi construiría el primer reactor nuclear artificial y produciría la primera reacción de fisión nuclear controlada y sostenida del mundo en el año de 1942. Desde este momento en adelante coexistirían los esfuerzos para avanzar en las investigaciones con fines civiles y militares. Pero era necesario evitar el avance de las Potencias del Eje y con este, una derrota segura.

En 1945 son lanzadas las dos primeras bombas atómicas en la historia de la humanidad sobre las poblaciones de Hiroshima y Nagasaki, producto de este proyecto, mostrando un poder destructivo inconcebible sobre ambas ciudades, lo cual motivó la rendición de Japón y dio punto final a la Segunda Guerra Mundial. A partir de este momento, se ejecutaron programas nucleares masivamente en Europa,

principalmente en la Unión Soviética, Francia y Gran Bretaña, dándose inicio a la carrera armamentista en los nuevos bloques creados tras la guerra, alcanzándose una capacidad destructiva inimaginable hasta ese momento y que continuaría avanzando durante las décadas sucesivas. Pero también desde 1940 se propuso la construcción de reactores nucleares con el fin de generar energía eléctrica y de sustituir combustibles orgánicos como el diesel.

La empresa privada en la industria nuclear

Desde la década de 1940 se han desarrollado prototipos de reactores nucleares y otros tipos de tecnología e infraestructura basados en los nuevos conocimientos científicos sobre el potencial nuclear que fueron apareciendo con las nacientes investigaciones en el área realizados bajo la tutela de un grupo selecto de Estados que podían mantenerlas en actividad. Este nuevo campo energético muy prometedor estuvo en la mira de grandes compañías y aparecieron ofertas de cooperación entre el Estado y empresas privadas para garantizar la consecución de los proyectos iniciados. Un ejemplo célebre de este hecho lo constituye la proposición hecha por el Departamento de Defensa estadounidense de diseñar y construir un reactor nuclear para la generación de energía eléctrica y la propulsión de submarinos a dos empresas norteamericanas distintas: General Electric y Westinghouse.

Los primeros reactores nucleares comerciales comenzaron a entrar en

funcionamiento a finales de la década de 1950, pero la industria nuclear como tal despegó en la década del 70, cuando la preocupación por el tema de la seguridad energética y los fluctuantes precios de los combustibles fósiles con tendencia al aumento propiciaron que muchos gobiernos y compañías de energía consideraran el uso de las plantas nucleares dentro de sus políticas energéticas. Más de 200 reactores iniciaron operaciones en la década de 1980, pero hacia el final de este período disminuyó considerablemente el número de pedidos debido a diversas causas de orden económico y a la pobre aceptación pública que se había logrado hasta el momento. Muchos escritores empezaron a emitir juicios hacia la industria, catalogándola como una empresa de muerte lenta, donde única actividad que permanecería viable en un futuro no muy lejano sería el desmantelamiento y supresión definitiva de las plantas nucleares.

La catástrofe de Chernóbil y otros accidentes contribuyeron a esta negativa, pero con una serie de iniciativas dirigidas a aumentar la inversión de tiempo y recursos por parte de los proveedores de servicios para intensificar las labores de perfeccionamiento de las instalaciones en operación y desarrollar nuevas tecnologías para incrementar la seguridad de las actividades, estos acontecimientos le dieron un nuevo aire a la industria nuclear, trayendo nuevos ingresos para sus propietarios y nuevas posibilidades en el liberalizado mercado energético. Con esto se garantizaría la extensión de las licencias de uso

establecidas previamente de la infraestructura mejorada. Además, muchos años de actividades seguras después del accidente de 1986 lograron incrementar la confianza por parte del público expectante en el contexto de un sistema energético que ya aprobaba el desarrollo de nuevas fuentes de energía alternativa dada la complicada situación petrolera mundial.

Nuevos programas nucleares están siendo llevados a cabo en países asiáticos, principalmente China e India, mientras que en naciones con una cultura nuclear ya establecida como Estados Unidos, Reino Unido y Rusia alegan por la expansión de las construcciones y planes ya existentes. Asimismo, otros como Indonesia, Vietnam, Tailandia, Malasia y un gran número del Medio Este, están considerando a los reactores nucleares como posibilidad por primera vez.

Esta industria compleja se divide claramente en distintos sectores. Una gran cantidad de trabajo de investigación y desarrollo se dedica a los diseños de reactores nucleares, sector en el que se encuentran involucrados muchos entes comerciales que se dedican a promocionar y vender sus propuestas alrededor del mundo. Sin embargo, lo ideal es que una misma empresa sea capaz de abarcar de forma óptima la mayor cantidad de aspectos, incluyendo el transporte nuclear. Los grandes costos de las plantas y demás tecnología nuclear son la principal desventaja, por lo que las construcciones hechas a tiempo y dentro del presupuesto estimado son cruciales para su victoria sobre

tecnologías rivales. Esto implica una gran cantidad de subcontratistas locales, sin embargo un significativo número de grandes compañías internacionales también están altamente sumergidas en el área.

Existen numerosas organizaciones que agrupan a las diferentes empresas privadas según los sectores en los que actúan, de los que destacamos el sector del transporte nuclear. Entre ellas, mencionamos a la *World Nuclear Association* y el *World Nuclear Transport Institute*. Este último fue fundado en 1998 por tres empresas importantes en el rubro: la *British Nuclear Fuels* (BNFL) del Reino Unido, *COGEMA* de Francia y la *Federation of Electric Power Companies* (FEPC) de Japón y reúne a 52 empresas de distintas áreas de la industria con el propósito de representar los intereses colectivos del sector de transportistas de material radiactivo y de aquellos que buscan un transporte efectivo, seguro y confiable.

Discusión del problema

El Transporte Nuclear

Antes de poder explotar todos los usos potenciales de los materiales nucleares, es fundamental completar una serie de pasos previos, uno de los más problemáticos es el proceso de transporte desde el suministrador hasta las instalaciones usuarias. De igual importancia es el transporte posterior de los residuos radiactivos que se generen a partir del procesamiento de los materiales nucleares hacia centros de tratamiento que se encargarán de reducir al mínimo el riesgo de

contaminación por la radiación que aún emiten.

El transporte de material nuclear utiliza las mismas vías de comunicación que el transporte público y privado de individuos y otro tipo de mercancías diferentes a la nuclear, es decir, se realiza por tierra, mar y aire, siendo este último medio el más importante en los casos en los que es necesario transportar rápidamente aquél material que por su naturaleza isotópica, sufre un proceso de decaimiento rápido, con pérdida de su radioactividad y consecuentemente de su utilidad, tal como ocurre por ejemplo con el material radiactivo empleado en aplicaciones médicas. El transporte marítimo es utilizado para trasladar cargas enormes a través de grandes distancias, como las utilizadas en el ciclo de combustible nuclear (minerales, concentrados de derivados del uranio, combustible per se, etc.). En las vías de ferrocarril y carreteras igualmente se transporta todo tipo de materiales, prefiriéndose esta vía para traslados que impliquen distancias cortas.

El transporte nuclear está regulado por una serie de parámetros y reglamentos establecidos por organismos internacionales especializados en el área. En ellos, la seguridad de los embalajes es considerado como el punto principal en cuanto al manejo de material radiactivo, quedando relegadas a un segundo plano las consideraciones relacionadas a los procesos operacionales y logísticos correspondientes a los traslados y las rutas. El embalaje debe proporcionar un escudo para proteger a los trabajadores, al

público y al medio ambiente, principio sobre el que se basa la reglamentación. Los objetivos de la creación de estas normativas son principalmente la contención adecuada del material radiactivo dentro de su embalaje, el control de la radiación emitida hacia el exterior por la carga (material + embalaje), la prevención de los daños por calor o por la radiación propia del material y de cualquier accidente principalmente en el transporte de materiales fisionables. Mientras mayor sea el riesgo del contenido del embalaje, mayores serán los requerimientos a cumplir para completar la cadena de transporte y entregar exitosamente la carga. Basándose en ello, las normativas internacionales contemplan cinco tipos de embalajes en función de la actividad y forma física del material radiactivo contenido en el embalaje:

- Exceptuado
- Industrial
- Tipo A
- Tipo B
- Tipo C

Los embalajes **exceptuados** son aquellos en los cuales el contenido radiactivo permitido es limitado a niveles muy bajos, siendo los peligros potenciales casi insignificantes. Los embalajes **industriales** son usados para transportar materiales de baja actividad radiactiva por unidad de masa, conocidos como material de Baja Actividad Específica (por ejemplo los desechos hospitalarios) y objetos no radiactivos que tienen bajos niveles de contaminación superficial, conocidos como Objetos Contaminados Superficialmente (por

ejemplo las partes de los reactores nucleares cuya superficie haya sido contaminada por fluidos refrigerantes o agua procesada).

A su vez, los embalajes industriales (en inglés *industrial packages* -IP-) se subdividen en tres categorías designadas como IP-1, IP-2 e IP-3, que se diferencian entre sí de acuerdo al grado de rutina y condiciones normales del transporte que puedan resistir:

Los embalajes **Tipo A** son usados para el transporte de pequeñas, pero significativas, cantidades de material radiactivo (como radioisótopos para procedimientos diagnósticos o teleterapia en Medicina, generadores utilizados en el diagnóstico de ciertos tipos de cáncer, entre otros), de forma rutinaria. La cantidad de radionucleidos que contienen está altamente regulada con el fin de asegurar que los riesgos de radiación o contaminación ambiental sean muy bajos en casos de graves accidentes.

Los embalajes **Tipo B** son usados para transportar material altamente radiactivo y deben resistir las condiciones normales de transporte tanto como los de Tipo A, pero debido a que su contenido radiactivo excede los límites contemplados para los embalajes Tipo A, es necesario especificar una resistencia adicional para evitar que, en un accidente, el contenedor cisterna se agriete o haya un incremento de la radiación hasta niveles que pongan en peligro al público en general.

Por último el embalaje **Tipo C**, de reciente aparición, es un diseño más robusto, cuyo objetivo es el transporte de material de mayor radiactividad por vía aérea, pero este tipo de embalaje aún se encuentra sujeto a prueba porque primero debe cumplir con todos los requisitos del embalaje Tipo A y la mayoría de los requisitos adicionales de los embalajes Tipo B. Aparte de estos embalajes básicos, se consideran también otros tipos especiales para el transporte de material fisible (resisten reacciones en cadena) y de materiales o derivados del ciclo de combustible nuclear.

Situación Actual del Transporte y Energía Nuclear. Papel de las Empresas Privadas

Se estima que son realizados aproximadamente 20 millones de envíos de material radiactivo anualmente. Sólo en la Comunidad Europea son transportados más de un millón de encargos, sin embargo, este tipo de material no supera el 2% del total de las mercancías transportadas que son catalogadas como "*peligrosas*". Esta denominación se le da a aquellos bienes que presentan características intrínsecas que suponen un riesgo importante para la población, las propiedades y el medio ambiente. Pueden ser desde pinturas y solventes hasta explosivos y ácidos utilizados para fumigación. Las Naciones Unidas clasifican estos materiales en 9 categorías:

Clase 1: Explosivos

Clase 2: Gases

Clase 3: Líquidos inflamables

Clase 4: Otros agentes inflamables

Clase 5: Agentes oxidantes

Clase 6: Tóxicos y sustancias infecciosas

Clase 7: Material radiactivo

Clase 8: Agentes corrosivos

Clase 9: Misceláneos (asbesto, baterías de litio, etc.)

En Estados Unidos la cantidad de material radiactivo (clase 7) corresponde a 1% respecto al total de mercancías peligrosas que son transportadas. Asimismo, se estima que 250.000 paquetes contienen desechos radiactivos provenientes de las diferentes plantas nucleares del país y 25 de cada 100 contienen combustible usado, estando este último almacenado dentro de empaques resistentes del tipo B que finalmente son transportados por tren.

En la actualidad, los usos del material radiactivo no están asociados exclusivamente al ciclo del combustible nuclear. Sólo el 5% de los envíos están relacionados de alguna manera con este rubro, mientras que el 95% restante está constituido por los encargos de material nuclear solicitados por los profesionales de la medicina, agricultura, investigación, el sector industrial y la exploración minera. Sin embargo es importante destacar que el transporte de materiales relacionados con los procesos del ciclo de combustible nuclear es quizás el aspecto que hoy en día despierta una mayor inquietud y preocupación pública. A pesar de que la mayoría de los encargos transportados contienen pequeñas cantidades de material radiactivo, no se puede ignorar el hecho de que su naturaleza es muy diversa, lo cual supone un riesgo

individual determinado al momento de ser trasladados, por lo que verdaderamente la seguridad del transporte vendrá dada principalmente por el grado de seguridad del embalaje de cada material según sea el caso. Es por esto que las exigencias en cuanto al diseño y utilización de determinados tipos de embalajes y los procedimientos operacionales de la cadena de transporte dependerán siempre del riesgo del material que sea transportado.

La mayoría de los envíos que contienen material nuclear viajan a través de las vías de comunicación públicas, utilizando incluso las vías de trenes y ferrocarriles y barcos cargueros. En el caso particular del transporte marítimo, generalmente se utilizan navíos especialmente diseñados para este propósito. Ejemplos interesantes de estas embarcaciones son los que nos ofrece la empresa *Pacific Nuclear Transport Limited (PNTL)*, una de las más experimentadas en el ámbito del transporte marítimo de material radiactivo a nivel mundial.

Igualmente, para su transporte se utilizan contenedores altamente resistentes y seguros de manera de evitar cualquier tipo de accidente, o al menos esta es la regla. Hasta los momentos no se ha registrado ningún accidente en el cual un contenedor con una gran cantidad de material radiactivo haya colapsado permitiendo su salida aparatosa o filtrado inadvertido hacia el medio ambiente (esto aplica principalmente para los embalajes tipo B).

Este record casi intachable se debe a que los empaques, como norma

fundamental, deben estar diseñados para dos fines principales: la protección ambiental y la protección contra la radiación. Para lograr estos objetivos, los fabricantes se valen de materiales inertes como el plomo y el acero inoxidable, incluyendo mezclas de otros materiales como el plástico, dispuestos en capas con estos metales, para así conformar una pared que confina la extensión de la radiación en un espacio muy pequeño, fácil de transportar. A pesar de la perfección de los diseños, es vital darle cabida a lo relacionado a la logística de los planes de transporte, la cual queda a cuenta del hombre.

La responsabilidad de las empresas encargadas del transporte nuclear puede llegar a ser tan importante como la integridad del empaque del material radiactivo. La violación de las rutas preestablecidas, como fue el caso de la infracción cometida por la empresa *China National Nuclear Corporation Everclean Co. (CNNCE)*, y los casos en los que se ha descubierto a los operadores de los medios de transporte contratados por las empresas prestadoras de este servicio, tanto privadas como estatales, incurriendo en delitos como conducir en estado de ebriedad fuera de sus horas de trabajo, son dos ejemplos de los riesgos de origen humano a los que se pueden ver expuestos estos procedimientos, facilitando con ellos la incidencia de errores y fallas en la cadena de transporte secundarias a la transgresión de las normativas de seguridad no vinculadas a los empaques sino a la metodología de los envíos, llegando a

generar consecuencias potencialmente desastrosas.

Rechazos y Demoras

A pesar del asiduo seguimiento de los reglamentos, se observan casos de rechazos y demoras en los cargamentos de material nuclear con todas las consecuencias negativas que esto implica y se espera observar este hecho más frecuentemente en los próximos años dado el incremento rápido del campo de aplicaciones de las fuentes nucleares, particularmente en el sector de la medicina y la salud y el sector industrial. Diversos son los motivos, como por ejemplo falta de una buena logística por parte de los remitentes; falta de adecuada capacitación y entrenamiento de las empresas de carga sobre los materiales de la clase 7 (radiactivos); algunas compañías aéreas dan prioridad al transporte al equipaje de pasajeros y no al transporte de materiales radiactivos; algunos países no aceptan el transporte en tránsito de materiales radiactivos hasta su destino final, entre otros. El grupo de Montevideo tiene vasta experiencia en el tema y han emitido un boletín importante en este ámbito en el año 2007. El exceso o escasez de medidas de seguridad es un punto fundamental para evaluar de manera de poder lograr un equilibrio que prevenga este problema en el futuro y garantice un transporte nuclear seguro. Para ello el OIEA se plantea como proyecto la mejora de las normas de seguridad de transporte y la aplicación de medidas para enfrentar el rechazo de cargamentos. Esta iniciativa deberá incluir recolección de información, difusión de

material de orientación para las compañías, establecimiento de contacto con otras instituciones encargadas del mismo asunto y la organización de una conferencia internacional. Es necesario suministrar a los Estados asesoramiento para la creación de una infraestructura de seguridad de transporte que sea sostenible y también asistencia para evaluar la aplicabilidad de las normativas preexistentes en cada nación según sea el caso, así como evaluar el desempeño de las empresas privadas, como lo son algunos de los miembros del Instituto Mundial del Transporte Nuclear (en inglés, *World Nuclear Transport Institute, WNTI*) y la viabilidad del establecimiento de nuevos acuerdos normativos entre los estados y las instituciones no gubernamentales, tomando como base los ya existentes en naciones como Francia, Estados Unidos y Japón, entre otros.

El transporte seguro y eficiente de materiales radioactivos resulta vital para muchos aspectos de la vida moderna, desde la generación de electricidad, pasando por la medicina y la salud, hasta el progreso de la agricultura, entre otros. Por ello, mantener un sistema de transporte nuclear nacional e internacional que sea seguro e inocuo en todos sus modos, es esencial para lograr que todas las utilidades de la energía nuclear que hoy en día conocemos sigan desarrollándose y además se permita el descubrimiento de nuevos usos. Sin embargo, las dificultades (principalmente el amplio costo) inherentes a la construcción y mantenimiento de la infraestructura nuclear y de la tecnología requerida para alcanzar un grado óptimo de

especialización, necesario para la construcción de contenedores adecuados y de medios de transporte ideales que se encuentren dentro del marco de las normativas internacionales de seguridad y de los requerimientos de cada país, complican la progresión de planes estatales nucleares, dejando desatendido este rubro por falta de presupuesto. De esta manera se está abriendo un acceso importante para que las empresas privadas se asienten cada vez más como los artífices principales de la industria nuclear. Es por esto que es necesario sobreponerse al misticismo que rodea la información de la gerencia privada y garantizar la transparencia de cualquier acción, velar por el cumplimiento de las normativas y estándares internacionales y hacer seguimiento al desempeño de toda empresa o parte involucrada en este campo.

Acciones pasadas de las naciones unidas

El transporte de material nuclear es un punto clave tanto de las políticas estatales como de un gran número de empresas privadas. Es por esto que el OIEA se ha encargado desde 1961 de elaborar y publicar una serie de regulaciones internacionales comunes para la buena ejecución de esta labor, independientemente de quién realice el servicio de transporte, de los motivos del mismo y de las intenciones respecto a su utilización. Estas regulaciones han sido ampliamente adoptadas en las pautas internacionales, como en el “*UN recommendations on the transport of dangerous goods*” en su 15^{va} edición

publicada en 2007, así como también a nivel nacional y en otro tipo de reglamentos más locales o que impliquen más de una localidad, como el Código de Bienes Peligrosos de la Organización Marítima Internacional (en inglés, *International Maritime Organization's (IMO) Dangerous Goods Code*). Las regulaciones diseñadas para el asesoramiento (*advisory regulations*) en materia del transporte seguro de material radioactivo representan la base para el compendio de requerimientos establecidos en las normativas que uniforman este ámbito tanto a nivel nacional como internacional. Los requerimientos basados en las regulaciones del OIEA han sido acogidos por alrededor de 60 países, así como también otras organizaciones como la Organización Internacional de Aviación Civil (en inglés, *International Civil Aviation Organization, ICAO*), la IMO y organizaciones regionales de transporte. El OIEA regularmente emite revisiones y actualizaciones de estas pautas con el propósito de mantenerlas actualizadas según las exigencias del momento. El reglamento vigente, con título **“Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”** fue publicado en el año 2009, bajo el código TS-R-1, y tiene como propósito proteger a las poblaciones y al medio ambiente de los efectos de la radiación durante el transporte del material nuclear dado que las vías públicas son utilizadas en gran proporción para este cometido. Asimismo, existen otros documentos importantes que surgieron del OIEA en materia de transporte nuclear entre los que nombramos los siguientes: *“Planning and Preparing for Emergency Response to*

Transport Accidents Involving Radioactive Material” (2002), *“Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material Safety Guide”* (2007), *“Management System for the Safe Transport of Radioactive Material”* (2008), *“Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Materials”* (2009) y los llamados “materiales de referencia” (*advisory materials*).

Preguntas que la resolución debe responder

- ¿Cuál debería ser la participación de las empresas privadas en el ámbito del transporte de material nuclear hoy en día?, ¿Es ideal, mínima o altamente influyente?
- ¿Cómo puede aumentarse la efectividad del control estatal y vigilar la libertad de acción transnacional y local de las empresas privadas?
- ¿Cuáles son las principales causas de las violaciones de normativa por parte de estas empresas y como pueden solventarse?
- ¿Cuál es el nivel de cumplimiento de las normas por parte de las compañías privadas de transporte nuclear?
- ¿Los niveles de exigencia de los requerimientos nacionales e internacionales deben ser modificados para solucionar el problema de los rechazos y demoras de los envíos?
- ¿Cuál es la vigencia del documento *“Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”* publicado en 2009?

¿Es necesario modificarlo para garantizar su aplicabilidad en el mundo?

Es necesario que surjan nuevos planteamientos respecto a nuevas maneras de facilitar los planes relacionados a: 1) las entregas regionales e internacionales de material radioactivo y así **evitar los rechazos y demoras**, 2) **nuevos proyectos** en materia de tecnología para el transporte que sea más rentable y reproducible (procesamiento, empaquetamiento, etc.), 3) **nuevas vías de comunicación** inteligentes para material nuclear y 4) **nuevos medios de transporte**, por supuesto todo en función de determinar, a través de un análisis detallado, si existe o no la necesidad de aumentar o, por el contrario, restringir la participación del sector privado en este rubro para lograr estos objetivos.

Sugerencias para mayor información

1. <http://www.nuclearfiles.org/menu/timeline/>
2. Perfil nuclear del País:
http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/cnpp2003/cnpp_webpage/pages/countryprofiles.htm
3. <http://www-ns.iaea.org/tech-areas/radiation-safety/transport.asp?s=3&l=23>
4. <http://www-ns.iaea.org/standards/documents/default.asp?s=11&l=90&sub=70>
5. <http://www-ns.iaea.org/tech-areas/radiation-safety/transport.asp>
6. <http://www.spectacle.org/1196/atomic.html>
7. <http://edant.clarin.com/diario/2010/04/14/elmundo/i-02180266.htm>
8. <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/cnpp2009/pages/countryprofiles.htm>
9. <http://www.world-nuclear.org/info/>
10. <http://www.world-nuclear.org/info/inf20.html>
11. http://www.world-nuclear-news.org/NP-Nuclear_material_transport_accord_signed-2210104.html
12. http://www.world-nuclear.org/reference/portal/nuclear_transport.html
13. <http://www.eeo.com.cn/ens/homepage/briefs/2009/08/21/148869.shtml>
14. <http://www.bbc.co.uk/news/world-us-canada-11816563>
15. <http://www.wnti.co.uk/home/?rewrite=home&level=1&level1=home>
16. <http://www.nrc.gov/about-nrc.html>
17. <http://wna.snetglobalindexes.com/index.php>
18. <http://www.wnti.co.uk/media-centre/current-topics>

Documentos adicionales:

19. UNITED NATIONS, Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Ninth Revised Edition (ST/SG/AC.10/1/Rev.9), UN, New York and Geneva (1995).
20. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources, IAEA/CODEOC/2001, IAEA, Vienna (2001).
21. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Guidance on the Import and Export of radioactive sources, IAEA/CODEOC/IMP-EXP/2005, IAEA, Vienna (2005).

Tópico B:

Desarrollo de energía y tecnología nuclear en el espacio ultraterrestre

Planteamiento del problema

La expansión de la tecnología y del conocimiento científico en el ámbito nuclear y sus aplicaciones en la vida cotidiana han mostrado un progreso sorprendente en la última década. Prueba de esto son los más de 400 reactores nucleares que generan actualmente cerca del 20% de la electricidad del planeta y el hecho que a medida que pasa el tiempo se suma un nuevo país a la lista de usuarios de la energía nuclear en los que más del 40% de la producción energética deriva de ella. Debido a este gran auge, las labores de la OIEA de mantenimiento de la seguridad y salvaguardia, desarrollo de la ciencia y tecnología nuclear y protección y verificación de las actividades nucleares se han intensificado en su afán de favorecer el desarrollo de esta indómita fuente de energía con fines pacíficos para el beneficio de la humanidad dentro del marco de los tres pilares de su espectro de acción y los principios de 1957.

La década de los 50 representó uno de los períodos más críticos para el desarrollo de la tecnología a nivel mundial. En el área nuclear, muchos proyectos comenzaron a ejecutarse luego de observar el gran potencial de los procesos nucleares demostrado en las detonaciones sobre las localidades de Hiroshima y Nagasaki de las

primeras bombas construidas en base a los principios físicos atómicos. Paralelamente se registraba el nacimiento de nuevas tecnologías espaciales que culminaron en 1957 con el lanzamiento por parte de la Unión Soviética del primer satélite artificial que orbitaría la tierra, el *Sputnik I*. En vista que los límites de la atmósfera habían sido quebrantados, surgió un nuevo reto para la humanidad, la exploración del espacio exterior, dando pie al establecimiento de la "era espacial". La propuesta inicial de los expertos en el tema consistía en el establecimiento de prioridades para descubrir los secretos de este nuevo horizonte científico. A partir de este momento fue inevitable la instauración de una competencia internacional por la supremacía espacial en la que los protagonistas eran los pioneros de los proyectos del área, los Estados Unidos y la Unión Soviética, tal cual como sucedió con la energía nuclear. Se marcaba la partida de lo que se conocería posteriormente como la "carrera espacial", la cual representó el motivo principal para que las Naciones Unidas realizaran sus primeras intervenciones sobre el tema. La iniciativa de la ONU pretendía establecer un marco legal internacional que normara y limitara el espectro de acción de los países más adelantados en el área con el fin de

garantizar el uso pacífico y equitativo del ahora llamado “*espacio ultraterrestre*”. El derecho internacional sirvió de base para el desarrollo de las nuevas pautas propuestas por la ONU en las que el común denominador era consolidar un estatus de igualdad de oportunidades en el que todas las naciones pudieran beneficiarse del sinnúmero de posibilidades que ofrecía un ámbito anteriormente considerado como inalcanzable o inverosímil, propio de la ciencia ficción.

Con la evolución acelerada que mostró el sector nuclear en paralelo a los avances en materia espacial, era difícil que no surgieran ideas para combinar ambas áreas. El establecimiento de la legislación espacial, incipiente para la época; los acuerdos nucleares desarrollados en el seno de las Naciones Unidas a partir de 1950 y el progreso de la carrera tecnológica espacial en búsqueda de la exploración y conquista del espacio ultraterrestre por las grandes potencias representan los orígenes primitivos de la discusión actual sobre el desarrollo de la energía nuclear en el espacio exterior, siendo entonces necesaria la creación de una regulación específica para este tópico. En 1992 se plantean los “Principios sobre el uso de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre”, documento clave en el que se reconoce la utilidad de la energía nuclear para las misiones en el espacio, pero debido al rápido y constante desarrollo de nuevos usos de los procesos atómicos, estos principios dejaron de abarcar diversos aspectos novedosos de

la campante tecnología nuclear en materia espacial pocos años después, ameritándose nuevas acciones que contemplen las variantes introducidas a la luz del nuevo conocimiento científico. A su vez, los catastróficos sucesos ocurridos en instalaciones nucleares la superficie terrestre y los conflictos producidos por la incertidumbre existente respecto a los proyectos nucleares de diversas naciones, generan una creciente preocupación mundial sobre el destino de la humanidad en este planeta. Si conocemos la punta del iceberg en la Tierra, ¿será posible que el desarrollo nuclear en el espacio exterior sea la alternativa más idónea para alcanzar el máximo potencial de los procesos atómicos sin contemplar mayores riesgos? Ciertamente la OIEA comparte la preocupación global al respecto y cree en esta posibilidad, por lo que le propone al mundo el establecimiento de grupos de trabajo de forma inmediata y permanente para trabajar en pro de garantizar transparencia, seguridad y pacifismo en el desarrollo de las actividades nucleares en el espacio ultraterrestre.

Historia del problema

Como bien es sabido, la Segunda Guerra mundial fue un acontecimiento que marcó la historia de la humanidad. En el ámbito que nos compete, los años durante los que se desarrolló la guerra y las décadas sucesivas de los años 50 y 60 representaron el inicio y consolidación de una serie de proyectos desarrollados secretamente por

las grandes potencias de aquel momento, las cuales se encontraban en medio de una gran explosión tecnológica, mantenida a través de estos tiempos turbulentos por la asociación del personal científico y militar encubierto de los diferentes Estados involucrados. Dos de los aspectos por los cuales se empezó a mostrar interés fueron la investigación acerca de la energía nuclear recientemente descubierta y la exploración del espacio exterior. Ambos tópicos coexistieron a partir de los años 50 y representaron dos grandes oportunidades para las potencias del momento de demostrar su poderío tecnológico ante el resto del mundo.

El *Sputnik I* no fue el primer artefacto creado por el hombre que superase las fronteras terrestres y lograra alcanzar el espacio exterior. El *misil V-2* alemán, un arma de destrucción masiva diseñada por Wernher von Braun en Alemania durante la hegemonía nazi, fue el primer cohete que superó las barreras atmosféricas de la Tierra, sucediendo esto en 1942, pero debido al uso destructivo que se le atribuía no recibió mayor reconocimiento científico para el momento. Luego de la caída del régimen de Hitler y la rendición de la Alemania nazi, Wernher von Braun y su equipo científico pasaría a formar parte de la nómina de la NASA donde dirigieron una serie de proyectos cuyo objetivo principal era lograr el lanzamiento del primer satélite de Estados Unidos y así competir directamente con la Unión Soviética, quien ya había anticipado a su archirrival el 4 de Octubre de 1957 cuando colocó en órbita al *Sputnik I*, siendo este

hecho el primer paso hacia la conquista de lo que se encontraba más allá de los límites de lo conocido, donde la mano del hombre ni sus legislaciones habían llegado. Se daba inicio a la llamada "*era espacial*", la cual implicó una serie de logros políticos, científicos y tecnológicos importantes y se caracterizó fundamentalmente por el desarrollo acelerado de nuevas tecnologías en el marco de una carrera muy cerrada entre la Unión Soviética y los Estados Unidos principalmente. Rápidamente se lograron avances en materia de cohetes, materiales, computadoras y otras áreas y un contingente importante de la esta tecnología, desarrollada originalmente con aplicaciones espaciales, comenzó a ser utilizada a nivel doméstico y pasó a formar parte de la cotidianidad. La era espacial alcanzó su máximo apogeo con el programa Apollo y el aterrizaje del Apollo 11, este último reconocido como uno de los momentos que definieron el siglo XX. Posteriormente en la década de los 90 con la disolución de la Unión Soviética, el otorgamiento de fondos para los programas espaciales disminuyó considerablemente debido a la supremacía absoluta de la NASA, quien ya no contaba con un competidor directo. Además, la preocupación pública acerca de los peligros y el costo de los proyectos relacionados con la exploración espacial en los Estados Unidos se había expandido alarmantemente tras el fatídico accidente del transbordador espacial *Challenger* en 1986. Desde este momento histórico la participación en los lanzamientos espaciales se extendió hacia nuevos horizontes, dándole oportunidad a una

mayor cantidad de gobiernos de iniciarse y contribuir con el desarrollo tecnológico espacial y al establecimiento de nuevos socios comerciales. Actualmente diferentes países cuentan con programas espaciales en diferente escala, desde la ejecución de empresas relacionadas con este tipo de tecnología hasta programas complejos que cuentan con instalaciones de lanzamiento de transbordadores espaciales.

Desde 1959 hasta 1973 Estados Unidos buscó lo mejor de la tecnología nuclear y de la tecnología espacial y desarrolló un programa de cohetes nucleares conocido como *NERVA (Nuclear Engine for Rocket Vehicle Applications)* cuyo propósito era reemplazar los procesos químicos de los que se valían los transbordadores espaciales del momento para obtener energía por fuentes nucleares para las fases tardías del lanzamiento. NERVA utilizaba reactores con núcleos de grafito que calentaban hidrógeno a grandes temperaturas y lo expulsaban a través de eyectores similares a boquillas. Sin embargo, se sabía que la energía obtenida a partir de radioisótopos se había constituido como una fuente importante de energía en el espacio desde inicios de los años 60. Los procesos de fisión han sido utilizados mayormente por Rusia, quienes han colocado más de 30 reactores de fisión nuclear en el espacio, mientras que Estados Unidos solo hizo despegar uno, el *System for Nuclear Auxiliary Power* o SNAP-10A en 1965. Luego de una brecha de tiempo importante, aún existe un creciente interés por el uso de la energía obtenida por los

procesos nucleares para las misiones espaciales. Uno de los proyectos rescatados fue el *Proyecto Orión* que pretende lanzar una nave espacial de grandes dimensiones (su peso se encuentra cerca de las 1000 toneladas) desde la tierra utilizando una serie de explosiones nucleares menores sucesivas para propulsarlo. El proyecto se inició en 1958 y fue suspendido en 1963 cuando el tratado sobre la prohibición de ensayos nucleares en la atmósfera le dio carácter de ilegal. En la última década, nuevos estudios y proyectos en busca de fuentes de energía más poderosas para completar viajes espaciales están siendo llevados a cabo por Estados Unidos y Rusia principalmente, aunque existen nacientes proposiciones hechas al mundo a cargo de países con economías emergentes como India, China y Japón, quienes han iniciado una carrera espacial propia dentro de Asia.

Paralelamente a estas iniciativas, el desarrollo de la energía nuclear terrestre atraviesa un momento álgido en su historia. Los accidentes de Three Mile Island (1979), Chernóbil (1986), Goiania (1987) y Tokaimura (1999), todos superiores a la magnitud 4 según la escala INES y de los que actualmente se siguen sufriendo consecuencias; la creciente amenaza de la campaña armamentista y el terrorismo nuclear para la humanidad; el desarrollo de tecnología nuclear con fines no pacíficos y las pruebas de armas nucleares (se han realizado más de 2000 detonaciones nucleares hasta la fecha); las acusaciones y controversias sobre la verdadera utilidad de

los programas nucleares de determinadas naciones, entre otros, hacen que el tema nuclear esté lleno de polémica y sea objeto de la atención de toda la humanidad.

Las Naciones Unidas han emprendido, desde el inicio del desarrollo nuclear y espacial, una serie de iniciativas para elaborar las normas y regulaciones correspondientes a lo que empezó a llamarse formalmente “espacio ultraterrestre”, enfocándose en lograr el uso pacífico y el beneficio equitativo por parte de todas las naciones de este nuevo ámbito científico, hasta ese momento inaccesible para el hombre, comenzando en 1959 con creación de la **Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos** (en inglés *United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*, COPUOS) por parte de la Asamblea General, la cual estaría formada por dos subcomisiones: la subcomisión de *Asuntos Científicos y Tecnológicos*, encargada principalmente de coordinar e inspeccionar las actividades relacionadas al uso de fuentes de energía nuclear en el espacio; y la subcomisión de *Asuntos Jurídicos*, encargada del *derecho espacial internacional*. La COPUOS se encarga además de incentivar las investigaciones y la difusión de información en cuanto a lo que se refiere al espacio ultraterrestre. El papel de la COPUOS en el derecho internacional espacial se resume en la colaboración para la elaboración del *corpus iuris spatialis*, el cual está conformado por los textos de los tratados y principios aplicables a las actividades

espaciales y otras resoluciones de la Asamblea General sobre el tema (*cinco tratados del espacio y el de la Resolución de la Asamblea General 1962/XVII*). La Comisión cuenta a su vez con la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre (en inglés, *UN Office for Outer Space Affairs*, UNOOSA), que funge como su secretaría, y se encarga de colaborar con los países de economías en vías de desarrollo en pro del desarrollo sostenible en materia espacial y para reforzar la cooperación internacional para el uso pacífico del espacio exterior.

Discusión del problema

A partir de la segunda mitad del siglo XX, la exploración y explotación del espacio ultraterrestre ha constituido uno de los grandes temas de discusión dentro de la agenda de la política y el derecho internacional. Asimismo, la ciencia y la tecnología han tenido una inexorable influencia en el establecimiento de las relaciones geopolíticas contemporáneas, las cuales ciertamente han determinado parte importante de las políticas externas de muchos Estados, convirtiéndose sin duda en dos elementos de indiscutible relevancia al momento de analizar la práctica actual del derecho internacional.

El dominio de la tecnología implica un enorme poder y una gran responsabilidad. A medida que han ido surgiendo nuevos avances tecnológicos, se ha ido concretando la conquista de todos los espacios posibles, tanto dentro de nuestro

planeta como fuera de él. De igual manera, estos adelantos han propiciado el descubrimiento de nuevas fuentes de energía alternativas a los combustibles fósiles, planteándose un nuevo reto muy atractivo al contexto mundial: el control de nuevas fuentes de energía, dentro de las cuales figuraría una particularmente, con características muy prometedoras nunca antes siquiera imaginadas. La utilización de los procesos nucleares con el propósito de obtener energía eléctrica fue la primera aplicación pacífica que se le daría a la energía derivada del rompimiento del núcleo de los átomos de forma artificial. A principios de la década de 1960, se extendería esta aplicación dentro de la astronáutica, donde se utilizarían fuentes de energía nuclear para producir electricidad a bordo de transbordadores espaciales (el primer satélite de navegación estadounidense con este tipo de energía fue lanzado en julio de 1961 y se conoció con el nombre de *Transit 4-A*). Esta situación generó una gran disyuntiva de carácter político-jurídico y ético, parcialmente sugestionada por los sucesos vividos durante la Segunda Guerra Mundial, y que se basaba fundamentalmente en los riesgos que pudiera tener el uso de material nuclear para la humanidad y el medio ambiente. A pesar de esto, la necesidad de expandir las aplicaciones de la energía nuclear en el espacio a la luz de los nuevos conocimientos seguía siendo expresada.

Múltiples reportes apoyaban el uso de las fuentes de energía nuclear,

catalogándolas incluso como la única opción de alimentación energética viable para completar ciertas misiones espaciales como exploraciones fuera de los límites del Sistema Solar y el establecimiento de asentamientos humanos en la Luna y Marte, ofreciendo bajos costos y mayor confiabilidad que otras. Sin embargo, no podía ocultarse que los usos hasta entonces conocidos de la energía nuclear en el espacio generaban una importante cantidad de material nuclear potencialmente dañino para la humanidad y la biosfera del planeta. Ejemplo de esto fue el reingreso no programado a la atmósfera terrestre del *Cosmos 954* de la Unión Soviética en 1978, el cual implicó una serie de esfuerzos mancomunados de emergencia para la limpieza del material radiactivo que se dispersó en el ambiente tras su colisión con la tierra y fue motivo suficiente para la introducción del tema a la Subcomisión de Asuntos Científicos y Tecnológicos de la COPUOS, donde se discutiría acerca de los aspectos técnicos de seguridad sobre el uso de fuentes de energía nuclear en el espacio exterior y se trabajaría para procurar un instrumento regulatorio para el empleo de esta tecnología a la sociedad internacional. Muchas discusiones se suscitaron con enfoques distintos pero no excluyentes. Algunos decían que las normas a definir se debían aplicar sobre las naves con fuentes de energía nuclear, otros pretendían enfocarse en los riesgos producidos por cualquier objeto espacial que ingresara a la atmósfera. Al final, teniendo como precedente la **“Declaración de los principios jurídicos que deben regir las actividades de los Estados en**

la **exploración y utilización del espacio ultraterrestre**” de 1963 y el tratado de 1966, luego de casi 15 años de debate en los que las negociaciones se vieron obstaculizadas por los predominantes intereses individuales de la URSS de mantener su ventaja en la carrera espacial y nuclear sobre los Estados Unidos, se aprobó en 1992 la Resolución 47/68 titulada: *“Principios pertinentes a la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre”*. A partir de este momento, las divisiones y los departamentos correspondientes de la OIEA, en conjunto con la COPUOS, se abocaron en la elaboración de diversas publicaciones, entre ellas la titulada *“The role of nuclear power and nuclear propulsion in the peaceful exploration of space”*, publicada en 2005, relacionada, como su nombre lo indica, a evaluar el papel de las investigaciones sobre la aplicación de la energía nuclear en el espacio y el titulado *“marco de seguridad para las aplicaciones de las fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre”* (en inglés *“Safety framework for nuclear power source applications in outer space”*), documento que fue finalizado y publicado en 2009.

En la actualidad se están desarrollando grandes proyectos espaciales principalmente por Rusia, Estados Unidos y China. El temor público más grande, aparte de los riesgos ambientales de la radiactividad y la seguridad que debe estar implícita en todas las actividades nucleares espaciales, es la militarización del espacio, particularmente que se retomen los ensayos nucleares,

ocultando los verdaderos propósitos de la colocación de reactores nucleares en órbita, como si fueran lobos disfrazados de ovejas. Ambos motivos ratifican el papel de la OIEA como ente verificador, garante de la transparencia de los programas nucleares espaciales vigentes en el mundo y que a su vez vela por el cumplimiento de las normativas de seguridad que reducen las consecuencias negativas de las crecientes aplicaciones nucleares espaciales de hoy en día.

Acciones pasadas de las naciones unidas

En el aspecto legislativo, es importante mencionar que han sido creados cinco instrumentos jurídicos internacionales fundamentales que rigen cualquier iniciativa enfocada al espacio ultraterrestre. Entre ellos, es de vital importancia la **“Declaración de los principios jurídicos que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre”**, aprobada el 13 de diciembre de 1963 (resolución 1962/XVIII de la Asamblea General) la cual constituye los cimientos del derecho internacional del espacio y en la que se establecen por vez primera los principios básicos del Derecho del Espacio Ultraterrestre: libertad, igualdad, cooperación, mantenimiento de la paz, no apropiación y responsabilidad. Asimismo, destaca el **“Tratado sobre el espacio ultraterrestre”** (Resolución 2222/XXI de la Asamblea General) con fecha de 1966, en el que se recopilan los principios que deben

regir las actividades de los Estados en el espacio, incluyendo la Luna y los demás cuerpos celestes. Este Tratado establece los principios de libertad e igualdad en lo que se refiere a la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, de interés y provecho común para todos los países sin discriminación alguna. Igualmente, prohíbe la colocación en órbita de armas nucleares o de destrucción masiva y prescribe que la luna y otros cuerpos celestes solo pueden ser utilizados con fines pacíficos. Por otro lado, se establece que los Estados serán responsables de las actividades que estos realicen en el espacio ultraterrestre. Otro documento importante es **“Principios sobre el uso de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre”** (Resolución 47/68 de la Asamblea General) de 1992, donde se proporcionan las pautas para el uso seguro de la energía nuclear, representan las dos normativas imprescindibles para el entendimiento de las posibilidades y regulaciones implicadas en las actividades espaciales en materia nuclear. Esta Resolución también establece las medidas que los estados deberían adoptar antes de enviar objetos al espacio exterior, hace consideraciones sobre las fuentes de energía nuclear en su propulsión de modo de evitar daños a la biósfera terrestre y a los demás cuerpos celestes. Además presenta varias normas en cuanto a la seguridad y construcción de objetos espaciales que utilizan esta fuente energética, tales como los reactores nucleares. Existen otros textos de referencia a los que puede hacerse mención, como el **“Tratado de prohibición**

parcial de ensayos nucleares en la atmósfera, el espacio exterior y bajo el agua” de 1963, el **“Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes”** de 1984 (Resolución 34/68 de la Asamblea General) y la **“Declaración sobre la cooperación internacional en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre en beneficio e interés de todos los Estados, teniendo especialmente en cuenta las necesidades de los países en desarrollo”** de 1996. Asimismo, las Naciones Unidas han auspiciado conferencias mundiales sobre el desarrollo científico espacial que son de interés y gran trascendencia llamadas **UNISPACE**. La Tercera Conferencia se desarrolló en 1999 y trató lo relacionado a las industrias y organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales del sector espacial y su participación en el fomento del uso de la tecnología espacial para resolver problemas mundiales y volver accesibles las investigaciones y sus beneficios para todas las naciones en pro del desarrollo global.

Preguntas para el debate y que la resolución debe responder

Durante el comité, el objetivo principal es discutir la utilidad actual del desarrollo tecnológico nuclear en el espacio ultraterrestre según los nuevos conocimientos y sus consecuencias para la vida terrestre, así como la vigencia de los instrumentos redactados en materia de seguridad de estas actividades, planteándose

posibles modificaciones. Por lo tanto las dudas principales a responder serán:

¿Existen nuevas iniciativas internacionales en el ámbito nuclear espacial?

¿Existen nuevas fuentes de energía útiles en el medio espacial?

¿Cuáles deben ser las consideraciones importantes en cuanto a transporte, construcción y funcionamiento de infraestructura nuclear en el espacio?

¿Es necesario plantear la actualización de los instrumentos actuales en materia de seguridad?

¿Existe un instrumento que ayude a la verificación de la intención pacífica de actividades nucleares espaciales?

¿Cómo puede disminuirse la preocupación acerca del resurgimiento de los ensayos nucleares en el espacio exterior?

¿Es posible desarrollar tecnología nuclear en el espacio ultraterrestre sin violentar el *corpus iuris spatialis*?

Sugerencias para mayor investigación

1. Información básica:
<http://www.atomicarchive.com/sciencemenu.shtml>
2. <http://erenovable.com/2009/07/06/energia-atmica/>

3. <http://www.un.org/es/globalissues/atomicenergy/index.shtml>
4. <http://www.cinu.org.mx/temas/Derivnt/espacio.htm>
5. http://www.un.org/spanish/documents/instruments/docs_subj_sp.asp?subj=21
6. Declaraciones y Convenciones de la Asamblea General:
http://www.un.org/spanish/documents/instruments/subj_sp.asp
7. <http://sites.google.com/site/lomasapuntos/derecho-internacional-publico/dr-luis-fernando-castillo-arganaraz/unidad-xv>
8. <http://www.oosa.unvienna.org/oosa/COPUOS/copuos.html>
9. http://www.oosa.unvienna.org/oosa/en/natact/sdnps/sdnps_docsidx.html
10. <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/cnpp2009/pages/countryprofiles.htm>
11. "Safety framework for nuclear power source applications in outer space" (2009):
www.iaea.org/Publications/Booklets/Safety/safetyframework1009.pdf
12. *Safety framework for nuclear power source applications in outer space*. Versión en español:
www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_934S.pdf
13. www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1197_web.pdf
14. www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS410_web.pdf
15. www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull373/37302081625.pdf

16. <http://www.oosa.unvienna.org/>
17. <http://www.insa.org/node/607>
18. <http://www.world-nuclear.org/info/inf82.html>
19. www.esa.int/gsp/ACT/.../ACT-RPR-NPS-0804_TRISMAC_Summerer.pdf
20. http://www.nuclearfiles.org/menu/timeline/timeline_all.php