La Investigación y Dominio de la Tecnología Nuclear, Elemento de Poder y Guerra

Luis Milla Lostaunau

Facultad de Ingeniería Electrónica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

RESUMEN: Los últimos acontecimientos mundiales respecto a la investigación y conocimiento de la tecnología nuclear en todos sus aspectos han puesto nuevamente sobre el tapete mundial, lo altamente conflictivo que resulta poseer sabiduría.

I. INTRODUCCIÓN

El tema elegido consiste en el estudio y exposición acerca de los orígenes, fundamentos, teorías, vinculados con otros conocimientos. La investigación en tecnología nuclear es muchas veces como un arma de poder persuasivo, los que lo poseen actualmente tienen la categoría de club selecto mundial y pueden darse el lujo de expresar ideas y conceptos que el mundo inmediatamente los puede escuchar.

La importancia del tema a tratar y la exigencia actual en la política universal, anima a un debate de su teoría y su aplicación, mas que nada con fines pacíficos Su capacidad de energía espantosa y casi infinita, lo convierte en algo que debe conocerse para el bien de un país.

El caso de Irak es un ejemplo de lo peligroso que es investigar y tener el conocimiento nuclear, esta nación fue invadida por los países más poderosos, solo por la sospecha de que poseían las técnicas para producir energía nuclear.

Actualmente el Plan Nuclear Iraní causa inquietud en Occidente por tener un Programa Nuclear para enriquecimiento de uranio. El Presidente de Iraní asegura que pronto integrara el club de los países con tecnología nuclear, ellos aseguran que lo utilizaran con fines pacíficos, pero Estados Unidos expresa su preocupación.

Irán anuncio hace poco que había conseguido enriquecer uranio al nivel necesario para hacer combustible nuclear y que quiere acelerar este proceso para futuras centrales nucleares, desafiando al Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. Los iraníes dicen que han logrado enriquecer uranio al 35% y que pronto integraran el club de los países que poseen la tecnología nuclear.

II. ANTECEDENTES

Uno de los grandes científicos y investigadores de la ciencia nuclear fue Albert Einstein, quien en 1905 publicó en la prestigiosa revista alemana Annalen Der Physik un conjunto de cuatro artículos que iría a revolucionar su destino y el conocimiento humano, jamás expuesto hasta entonces.

El primero llamado movimiento browriano, o el Zigzag, que hacen las partículas en suspensión en un líquido.

El segundo investigaba la causa del efecto fotoeléctrico, es decir el hecho que ciertos cuerpos emitan electrones cuando son alcanzados por la luz.

El tercer artículo presentaba al mundo su teoría Especial de la Relatividad, en la que cuestionaba las ideas fundamentales de la física clásica, al mostrar que el espacio y el tiempo no eran dimensiones absolutas.

En el cuarto artículo, a partir del desarrollo matemático de la Teoría Especial de la Relatividad, constataba la equivalencia entre masa y energía, expresada en la famosa ecuación $E=MC^2$.

Esta ecuación demostraba la energía infinita que podía producir un gramo de materia, que en principio los científicos no crían posible.

Albert Einstein, es un científico muy celebre del siglo anterior. Si figura involucra un mito, y en el se encuentra la historia de un hombre que fue el centro de los debates científicos mas importantes de su época y

su trayectoria esta ligada al esfuerzo intelectual y científico de nuestra época [1].

Como fenómeno estrictamente físico, la fisión nuclear ofrece un amplio panorama para la disciplina intelectual. Si no implicarse nada más, podría dejarse para aquellos especialistas que puedan en contraer satisfacción en su desafío intelectual. Desgraciadamente, la fisión nuclear, implica mucho mas que argumentos matemáticos abstrusos y refinadas sutilezas. Desde el momento que fue identificada por primera vez, al final de los años 30, la fisión nuclear ha exigido no solamente artículos eruditos, sino también importantes decisiones políticas. El contexto social, económico y político de la fisión nuclear ha sido desde el inicio, un factor esencial en su desarrollo; a su vez ha ejercido una vasta gama de influencias sociales, económicas y políticas [2].

Para prever con cierta claridad el futuro nuclear se hace necesario una perspectiva histórica.

Es necesario saber no solamente como ocurre la fisión nuclear, sino también quien la hace posible, bajo que circunstancias y con que objetivos.

Dos temas en especial, emergen de él; los imprevisibles efectos de la radiación y los ocultados resultados del desarrollo de las armas nucleares, desde el inicio se han caracterizado por la imprensibilidad y el secreto. Es decir su estudio e investigación ha resultado lindar dentro del oscurantismo y el misterio. A tavés de la historia nuclear, o bien se ha sabido demasiado poco o bien se ha sabido suficiente, pero se ha dicho muy poco.

En 1896 Henri Becquerel descubrió la radio-actividad, mientras llevaba un frasco de radio en su bolsillo que le quemó, descubrió también el más preocupante atributo de la radio actividad: sus efectos biológicos actuales y potenciales.

Después del descubrimiento de Becquerel vinieron los de Pierre y Marie Curie, que aislaron los poderosos elementos radiactivos polonio y radio de mineral uranifero pechblenda.

Desde 1939 a 1945 no hubo ni oportunidad, ni deseo de poner en cuestionamiento las consecuencias que podrían surgir en la fabricación y el uso de los materiales radioactivos; ninguna oportunidad, debido a que la mayor parte de los esfuerzos que se desarrollaban en ese momento tenían lugar bajo estriadas medidas de secreto, y no habían ningún interés por la preocupación de los afectados; estaban mas ocupados con el mucho más preocupante temor de que Alemania nazi consiguiera antes la tecnología de las armas nucleares. Pero los nazis no lo consiguieron. Los Estados Unidos consiguieron la tecnología y las armas; y las usaron, terminando devastadoramente la Segunda Guerra Mundial.

El 6 de Agosto de 1945 fue lanzada la primera bomba mortífera y destructiva a la ciudad de Hiroshima en Japón y después fue en Nagasaki. Este bombardeo produjo más de 300,00 víctimas.

El inicio de esta poderosa frente de energía, más como producto de guerra, que como producto comercial, acaparó la desconfianza y el temor de la población mundial.

III. USO DE LA ENERGÍA NUCLEAR CON FINES PACÍFICOS, FISIÓN NUCLEAR

Cuando los físicos midieron con precisión las masas de las partículas atómicas encontraron que la masa de un átomo es menor que la suma de las masas de los estrones, protones y neutrones que lo componen. Se sabe actualmente que la masa y la energía son equivalentes y una puede trasformarse en la otra. La masa perdida al formarse un átomo proviene su totalidad del núcleo, y es desprendida en forma de energía. La cantidad de energía perdida se llama energía de ligadura del núcleo y es igual a la energía que mantiene unidos a los protones y neutrones en el núcleo.

Por ello es posible liberar la energía de la ligadura de los núcleos mediante dos procedimientos diferentes: fisión y fusión; la fisión nuclear es el proceso por el cual un núcleo pesado, bombardeado con neutrones se divide en dos o tres núcleos más pequeños.

Los núcleos más pequeños tienen una energía de ligadura mayor y por tanto menor masa alrededor de 0.1% menor) que los núcleos mas pesados fusionados. Por tanto en la fisión de un átomo hay desprendimiento de energía. [3].

IV. UNA COLOSAL FUENTE DE ENERGIA

El dominio de este nuevo tipo de energía ha requerido desde la predicción de Eistein, más de cincuenta años.

Fue en 1942, en Chicago, y tras muchos años de investigaciones y experimentos, cuando el físico italiano Eurico Fermi consiguió poner en funcionamiento el primer rudimentario reactor nuclear. Las técnicas nucleares fueron progresando y a primera central nuclear de importancia comercial entró en servicio en Estados Unidos en 1961. En la actualidad funcionan en todo el mundo numerosos reactores nucleares, aunque solo suministran aproximadamente el 1% del total de energía.

La energía nuclear puede obtenerse de dos maneras distintas, por medio de fisión, es decir mediante la

fusión, es decir, mediante la escisión en dos de los núcleos pesado, y a través de la fusión, es decir, la reunión de dos núcleos ligeros. En ambos casos la energía que se obtienen es considerable. La fisión de un gramo de uranio 235 equivale a la combustión de casi 2.5 Tm de carbón; la fusión de un gramo de hidrogeno equivale a la combustión de 24 Tm de carbón. Si se pudiera transformar un gramo de materia en energía , se obtendría la equivalente a quemar 2400Tm de carbón.

De los grandes y perseverantes estudios de investigación h surgido solo una victoria a medias se ha conseguido dominar la energía nuclear en el caso de la fisión, pero en lo que concierne a la fusión, esta todavía lejos de alcanzar este objetivo [4].

V. LOS REACTORES NUCLEARES

El aterrador poder destructivo de las armas nucleares dominó la escena en la primera década de la post guerra.

Pero hacia la mitad de los años 50, científicos e ingenieros estaban en el camino adecuado para dominar la energía con fines pacíficos. Las expectativas resultaban cada vez mas brillantes. Se habían producidos una oleada de predicciones eufóricas en los años que siguieron a las dos explosiones nucleares sobre Japón que pusieron fin a la Segunda Guerra Mundial. La llama de energía atómica movería un automóvil con un motor de tamaño de un puño, vivimos en casas calentadas por uranio, aeronaves impulsadas por el átomo serían capaces de permanecer en el espacio indefinidamente; cohetes impulsados por los átomos nos permitirán atravesar el océano en tres minutos y así sucesivamente. Luego apareció algo muy necesario en la humanidad el reactor nuclear para producir energía eléctrica.

Un reactor nuclear libera energía nuclear en forma de calor; el calor se emplea para generar vapor de agua y el vapor para generar electricidad con un equipo eléctrico convencional.

VI. CADA DÍA HAY MÁS REACTORES

En el mundo producen electricidad actualmente un aproximado de más de 350 reactores que utilizan la fisión del uranio. Luego tenemos los reactores de investigación y los propulsados en los barcos y submarinos, tendría que multiplicarse por tres el número indicado.

Mas de cuarenticinco países han construido o están construyendo centrales nucleares. La potencia de los reactores nucleares comerciales se extienden desde lo 18 Megavatios para el más antiguo hasta 1300 megavatios para los mas modernos.

La potencias total de los ractores que se hallan en funcionamiento o en fase de instalación puede situarse en el orden de lo 800,000 megavatios.

VII. FISIÓN NUCLEAR

La fisión nuclear es el proceso de ruptura del átomo, es decir al finalizar la reacción existirán más átomos que al principio.

Imaginemos figura 1 un neutrón que se mueve a gran velocidad y que choca con el núcleo de un átomo de uranio 235. S la velocidad del neutrón es la apropiada por efecto de la colisión obtendremos un átomo de Bario 144, otro átomo de Kripton 90 y dos neutrones sueltos, que se desprenden del núcleo; además de esta reacción obtenemos también calor. Osea que podríamos expresarla así:

$$^{238}_{92}U + ^{1}_{0}n = ^{144}_{56}Ba + ^{90}_{36}Kr + 2^{1}_{0}n + Calor$$

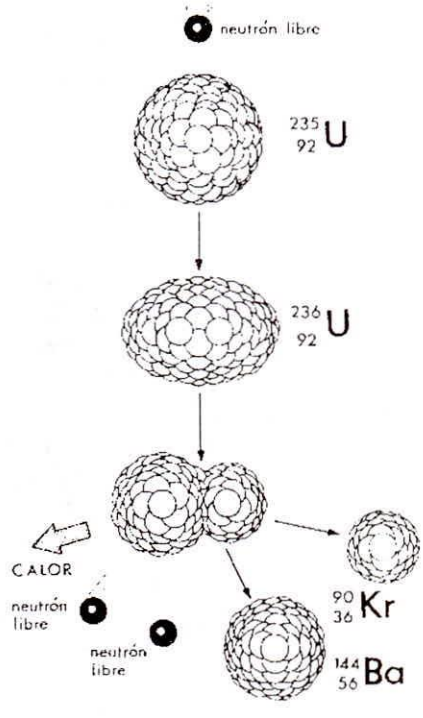

Fig.1. Reacción de fisión

Actualmente, en todos los reactores nucleares se utiliza casi exclusivamente el proceso de fisión de varias sustancias (uranio, plutonio, torio, etc.).

También es importante la reacción de captura, ver figura 2. Algunas veces al chocar un neutrón, animado de gran velocidad, con el núcleo de un átomo de uranio 235, no se produce una fisión de dicho núcleo. En este

caso el neutrón queda absorbido en el núcleo, es decir es capturado por el átomo de uranio 235, Se obtiene así un nuevo cuerpo simple puesto que el número de cargas positivas es el mimo (92) son un nuevo isótopo de uranio, al haber aumentado en una mas, el número total de partículas nucleares; en suma se ha obtenido el uranio 236. En todas las reacciones de captura hay emisión de radiaciones γ que son ondas electromagnéticas que vibran eléctrica y magnéticamente en sentido perpendicular al avance. Osea que mientras adelantan se contraen y expanden hacia los lados, como cuando serpentea una cuerda figura 3.

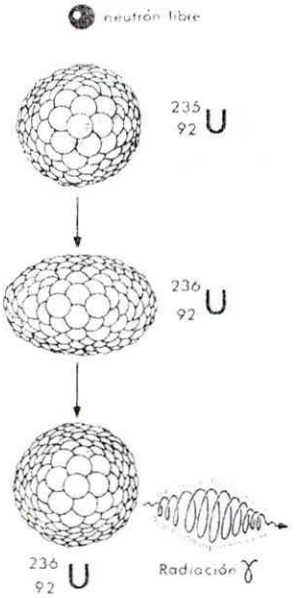

Fig. 2. Reacción de captura

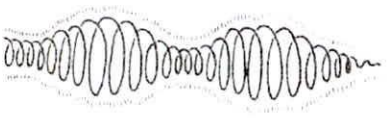

Fig. 3. Representación esquemática de las radiaciones γ

Su velocidad es de la luz 300,00 km/seg y su longitud e onda es pequeñísima, del orden de una unidad X (la unidad X equivale a una diez millonésima parte de un milímetro). No tienen masa ni carga, son muy penetrantes y su emisión puede perjudicar la salud de los seres humanos. Como en todos los reactores nucleares se producen radicaciones γ deben protegerse con diversos materiales que absorban estas radiaciones.

Las reacciones de captura tienen importancia en la técnica de los reactores nucleares porque a partir de ellas, un material no fisionable y por tanto no apto para producir energía calorífica puede transformarse en otro material fisionable. Por ejemplo a partir de la reacción de captura

$$^{238}_{92}U + ^{1}_{0}n = ^{239}_{92}U + Radiación\ \gamma$$

el material estable de uranio 238, se convierte en el material inestable uranio 239, que a su vez se transforma posteriormente en plutonio 239 que ya es material fisionable. Esta es la reacción utilizada en los reactores nucleares para la producción industrial del plutonio, que luego habrá de emplearse como combustible en otros reactores nucleares de tipo más avanzado.

VIII. CONSTITUCIÓN DE UNA PILA ATÓMICA (REACTOR)

Con las ideas expuestas podemos embozar la constitución de un reactor nuclear llamado también pila atómica, figura 4. El núcleo de este reactor (es decir, el reactor propiamente dicho) consta de unas barras de combustible (por ejemplo, uranio 235), introducidas en una masa de grafito puro o de agua pesada; unas barras de cadmio o de boro, se introducen en una longitud conveniente entre las de uranio de forma que puede regularse exactamente la reacción en cadena; estas barras de control pueden deslizarse mas o menos entre las de uranio, según sea preciso [5].

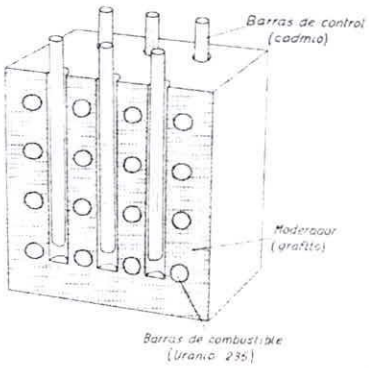

Fig. 4. Constitución de una pila atómica

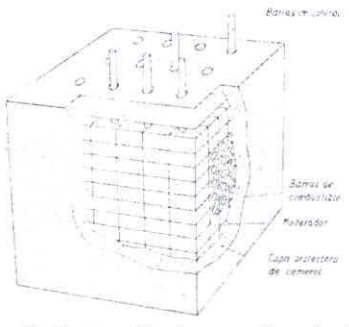

Fig. 5. Protección de una pila atómica

Entre los productos de deshecho de la fisión se obtienen materiales mas ligeros que el uranio, sustancias radioactivas, partículas α, partículas β, neutrones, radiaciones y, etc.; muchas de ellas son muy perjudiciales para la salud humana, por lo que debe protegerse adecuadamente al personal de servicio del reactor. Para ello se recubren de sustancias que absorben todas las radiaciones perjudiciales; generalmente plomo y cemento figura 5.

Dispositivos semejantes fueron los primeros utilizados en la investigación de reacciones atómicas: la primera pila atómica fue ideada por el gran físico italiano Eurico Fermi en 1942, en la Universidad de Chicago. En esta primera pila seis toneladas de uranio, utilizando grafito como moderador. Los modernos reactores nucleares están basados, en la pila atómica de Fermi, aunque ha reducido el peso de uranio necesario y, a la vez, se ha conseguido desarrollar potencias muchísimo mayores.

Los materiales empleados en los reactores nucleares son:

- Materiales fisionables
- Materiales reproductores o de recría
- Materiales absorbentes o reguladores
- Materiales protectores o de apantallamiento
- Materiales reflectores
- Materiales refrigerantes
- Materiales de construcción
- Productos de escisión, o subproductos atómicos

A. Tipos de Reactores

Se calcula que unos 100 los reactores distintos que pueden realizarse con los medios técnicos actuales. Pero describiremos 8 tipos que son característicos:

1) Reactor de agua en ebullición
2) Reactor refrigerado por gas
3) Reactor refrigerado por aire
4) Reactor de agua pesada
5) Reactor de Sodio-grafito
6) Reactor reproductor
7) Reactor homogéneo

1) Reactor de Agua en ebullición

El reactor de agua hirviente es de ejecución moderna con elevada densidad de potencia en el núcleo central; esta refrigerado por agua ligera, que le sirve de moderador y posee un circuito directo para el fluido de refrigeración. Ver figura 6.

Esta compuesto por la cuba con el núcleo central y las barras de regulación, introducidas por la parte inferior con un dispositivo de accionamiento así como por dos circuitos exteriores de recirculación, figura 7.

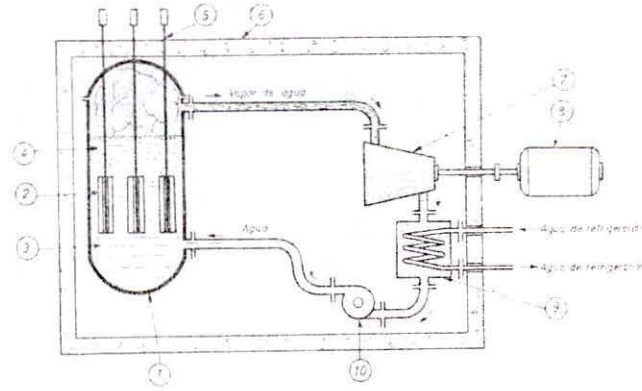

Fig. 6. Reactor de agua en ebullición: 1-Cuerpo del reactor. 2-Combustible (uranio enriquecido). 3-Moderador (agua natural). 4-Refrigerante (agua natural). 5-Varillas de regulación. 6-Protección biológica. 7-Turbina de vapor. 8-Generador eléctrico. 9-Condensador. 10-Boomba centrífuga de recirculación del agua de la turbina.

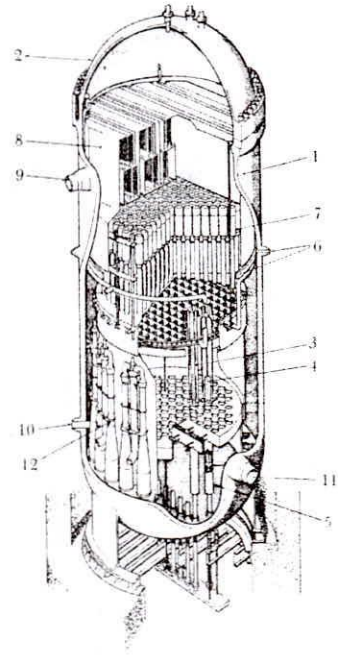

Fig.7. Tanque del reactor con la estructura interna: 1-Tanque del reactor, 2-Cubierta del tanque. 3-Montaje de barras de combustible. 4-Barra de regulación. 5-guía de la barra de regulación. 6- Entrada del agua de alimentación y distribuidor. 7-Separador de vapor. 8-Secador de vapor. 9-Salida de vapor. 10-Entrada del agua de recirculación. 11-Salida del agua de recirculación. 12-Eyectores de recirculación.

Existen los sistemas auxiliares directamente ligados al reactor: la instrumentación normal del núcleo central, el sistema primario de purificación del reactor, el

sistema de refrigeración durante las paradas, la instalación de tratamiento para los subproductos radio activos y el sistema de inyección de seguridad y de aspersión.

El combustible esta constituido por pastillas de oxido de uranio, ligeramente enriquecido, introducido en cubiertos de Zircoloy 2.

Descripción de una central nuclear con reactor de agua a presión

El reactor, ver figura 8, del tipo de agua a presión, es suministrado por la Westinghouse, utiliza como combustible oxido de uranio enriquecido ligeramente uranio 235.

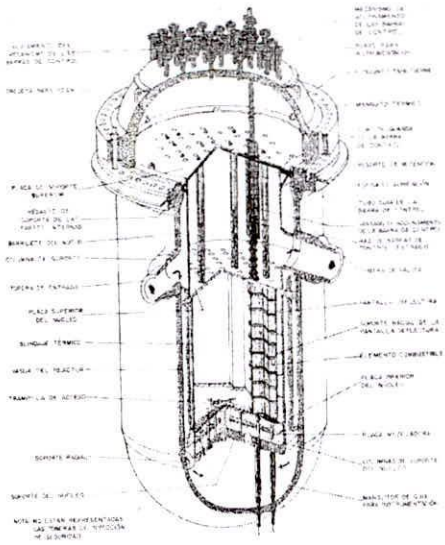

Fig. 8. Vasija del reactor

El núcleo del reactor esta dividido en tres regiones concéntricas, y el grado de enriquecimiento de uranio 235 de cada una de ellas es diferente. Al terminar el ciclo de sacan los elementos combustibles de la región central, los que estaban en la intermedia pasan a la intermedia. En la región exterior se van imponiendo los elementos combustibles nuevos.

El núcleo del reactor va montado en una estructura que cuelga de un resalte interior de la vasija de acero, ver figura 8, esta proyectada para resistir una presión interior de 176 kilogramos por centímetro cuadrado, y la tapa es practicable para realizar las operaciones de carga y descarga de combustible. Dispone de dos toberas por encima del núcleo, para la entrada y salida del refrigerante, y otras dos para el agua de inyección del reactor. La tapa tiene una serie de prolongaciones hacia arriba, que sirven para alojar y guiar los vástagos rasurados a los que van sujetos los haces de barras de control y los mecanismos de mandos de dichos haces.

La regulación del reactor es manteniendo la temperatura media de refrigerante, función lineal de la potencia.

En total hay 17 haces con 16 barras de control cada uno. Estas barras son la aleación de plata, iridio y cadmio con vainas de acero inoxidable, uno de los grupos de barras actúa como elemento de seguridad, debida que durante el funcionamiento el reactor permanece fuera del núcleo, introduciéndose rápidamente en caso de emergencia.

El resto de los haces de barras de control sirve ara regular las variaciones de reactivada a corto plazo.

Los de largo plazo se regulan modificando la concentración de un veneno absorbente de neutrones, en este caso boro en forma de ácido bórico, va disuelto en agua de refrigeración del reactor.

El funcionamiento normal o potencia constante, las barras de control van subiendo paulatinamente, por saltos pequeños, saliendo del núcleo hasta llegar al límite superior de su carrera, de allí se inicia el periodo de eliminación de boro del refrigerante del reactor, con bajada simultanea de barras de control, también a pequeños saltos, hasta el límite inferior de su carrera, donde cesa la eliminación de boro.

Cualquier anormalidad puede ser de riesgo, produce parada rápida del reactor al caer las barras de control y a que cualquier señal indicada por el sistema de protección provoca la apertura de disyuntores del circuito que alimente los electroimanes que lo sujetan.

Todos los circuitos están diseñados de acuerdo con todos los circuitos "fallo sin riesgo" de modo que el mal funcionamiento de un elemento no entraña peligro para la instalación.

El calor producido por la fisión del uranio pasa por medio del refrigerante, al generador de vapor.

El sistema de refrigeración del reactor esta formado por la vasija del reactor, los tubos del generador de vapor, la bomba, la circulación, los conductos que sirven de conexión entre los tres componentes, mas las válvulas con sus instrumentos correspondientes y el presionado con los elementos auxiliares.

IX. CONCLUSIÓN

Actualmente no es tan fácil investigar determinados aspectos tecnológicos, que algunos países poderosos lo poseen, pero que no, deben realizarlo determinadas repúblicas debido a que su conocimiento y dominio va en contra de la seguridad mundial.

Bajo estos aspectos el conocimiento científico se ha vuelto selectivo y político, donde solo lo pueden hacer aquellos países que en el futuro no signifiquen la creación de conflictos o situaciones de violencia; a

pesar que puedan decir que dichos conocimientos lo van usar con fines pacíficos.

Lo más terrible ahora para los países desarrollados es que los países conflictivos del mundo dominen la tecnología nuclear, generen energía eléctrica y con los residuos procesados fabriquen bombas atómicas, para atacarlos, ese es el gran peligro que tienen estos países.

En la actualidad algunos países sospechosos de poder usarlos con fines bélicos, aducen que están investigando y aprendiendo la tecnología nuclear pero para producir energía eléctrica en las centrales nucleares y con fines pacíficos.

De aquí se puede deducir que los científicos que muchos de ellos son gente pacifica, se encuentran involucrados en fines negativos a pesar de que ellos no están de acuerdo con hacer uso de sus conocimientos y esfuerzos para actividades no aprobadas por ellos; esto es un gran dilema para los científicos; en decir yo soy el creador de un invento científico y otro con mayor poder usa de esta mente científica para actividades que el poder se le antoje.

En general creo que el conocimiento científico debe estar al servicio de las grandes mayorías, para solucionar sus problemas sociológicos, para el desarrollo, y el bienestar de la humanidad.

REFERENCIAS

[1] Teoría de la Relatividad- Albert Einstein, Servicios publicitarios San Marcos S.A.1991

[2] La Energía Nuclear "Biblioteca de Divulgación Científica", Ediciones Orbis S.A., Walter C. Patterson.

[3] Enciclopedia Salvat - Editions Gramment S.A., Salvat

[5] Centrales Nucleares - Monografías CEAC de Electricidad- Ediciones CEAC Barcelona España.