

## **Contaminación Radiactiva**

13 de Agosto de 2002

### **INDICE**

Introducción 1

I.– Marco teórico 2

I.a.– Energía Nuclear 2

I.b.– Radiactividad 4

I.c.– Historia de la radiactividad 4

II.a– Contaminación radiactiva 7

II.b.– Fuentes de contaminación radiactiva 8

II.c.– Sustancias radiactivas y condiciones

Ecológicas de la contaminación 9

II.d.– Efectos de la contaminación radiactiva 11

II.d.1.– Lluvia radiactiva 11

II.d.2.– Persistencia de la lluvia radiactiva 13

II.d.3.– Efectos biológicos de la lluvia radiactiva

Global 13

III.a.– Otros radioisótopos 14

IV.a.– Efectos genéticos de la lluvia radiactiva 16

V.a.– Residuos radiactivos 16

V.b.– Residuos de alta actividad 17

VI.a.– Vertederos en todo el mundo

VI.b.– Las regiones con mayor contaminación

Radiactiva del este Europeo 21

VII.b.– Basureros Nucleares 24

VII.c.– Los riesgos 25

VII.d.– Gestión de los residuos radiactivos 26

VIII.a.– Las alternativas 27

IX.a.– Efectos generales de la contaminación 27

X.a.– Desarrollo del tema 29

Conclusión 31

Bibliografía 32

## **INTRODUCCIÓN**

Se conoce como contaminación la presencia en el medio ambiente de sustancias o elementos tóxicos, perjudiciales o molestos para la salud del hombre y de los seres vivos.

El equilibrio natural existente en la Tierra durante millones de años ha ido alterándose peligrosamente como consecuencia del crecimiento de las civilizaciones humanas y, sobre todo, al aparecer las industrias.

Hoy día la contaminación forma parte de nuestra vida cotidiana: la atmósfera, los ríos y los mares contienen enormes cantidades de productos peligrosos para a vida.

Con el descubrimiento de la energía nuclear, y en especial desde la invención de la bomba atómica, se han esparcido por la tierra numerosos productos residuales de las pruebas nucleares, el más importante de los cuales se produjo en Chernobyl (Unión Soviética) , en 1986, contaminándose seriamente vastas regiones.

En el siguiente trabajo de investigación abordaremos como tema principal La contaminación radiactiva, internándonos en varios temas ligados a éste.

Nuestro primer objetivo será tratar de construir un marco teórico completo que apoye al desarrollo del tema, es decir a las preguntas planteadas en relación con la contaminación radiactiva.

Expondremos dentro de nuestro marco teórico puntos importantísimos para el desarrollo de las interrogantes, como qué es radiactividad, energía nuclear, entre otros conceptos relacionados con el tema principal.

De un modo más subjetivo, nuestro último objetivo se canalizará en el sentido de que cada integrante de nuestro grupo trate de darse cuenta de esta problemática que afecta al mundo, en estos últimos tiempos, de una forma irracional.

### **I.– Marco Teórico**

#### **I.a.– Energía nuclear**

Toda materia esta compuesta por átomos, que son increíblemente diminutos: 1000.000 millones de ellos cabrían en un puntito. Los átomos, a su vez, están constituidos por partículas aun mas diminutas; electrones, protones y neutrones– que están unidas entre si por fuerzas extremadamente poderosas. Cuando se desintegran los átomos, se genera una enorme cantidad de energía calorífica. Esto se aprovecha en las centrales nucleares para producir electricidad.

Los científicos solo pueden desintegrar los átomos de ciertas sustancias. El uranio, que es un elemento metálico naturalmente radiactivo, es el combustible más utilizado en los reactores nucleares, donde se produce la desintegración del átomo en las centrales nucleares. Los átomos de uranio son tan grandes que son inestables. En la naturaleza se desintegran muy lentamente, generando pequeñas cantidades de energía y radiación. Sin embargo, en los reactores nucleares los átomos de uranio se desintegran rápidamente, produciendo mucha más energía. Este proceso se denomina fisión nuclear.

La fisión nuclear tiene lugar en el núcleo del reactor de la central nuclear. Debe realizarse con mucho cuidado. Si no se controla la reacción, los átomos de uranio se desintegrarían muy rápidamente, liberando una inmensa cantidad de energía. Esto originaría una explosión. Para evitarlo, en la mayoría de los reactores, las vainas están rodeadas por barras de control y por moderadores que atrapan y controlan la velocidad de los neutrones liberados. Así, los átomos se desintegran a la velocidad deseada. El calor generado por los átomos que se desintegran se transmite mediante agua o gas a un generador de vapor. El vapor, a su vez, alimenta las turbinas que generan electricidad.

La energía nuclear es utilizada en Francia y Bélgica con aproximadamente el 70% de la energía que consumen de centrales nucleares. España obtiene el 35%; Estados Unidos, el 20%; y la URSS, el 13%. Pero estos países han cancelado durante los últimos 15 años, por razones de seguridad, la construcción de muchos de los reactores previstos.

### **I.b.– Radiactividad**

Se llama radiactividad a la actividad de los cuerpos que se desintegran emitiendo diversas radiaciones. Algunas sustancias son radiactivas al bombardearlas con partículas diminutas. Una de estas sustancias es el plutonio, que es un elemento extraordinariamente radiactivo utilizado en la fabricación de bombas atómicas.

Siempre que un cuerpo radiactivo se desintegra, emite radiaciones. Al desintegrarse va liberando energía y lanzando partículas diminutas. Si el cuerpo sigue siendo radiactivo tras esa liberación, se desintegra de nuevo, dejando escapar más radiactividad. Tras una serie de desintegraciones, deja de ser radiactivo y se dice que es estable.

Por ejemplo, el radio es un elemento radiactivo en su estado natural, fue utilizado en el pasado para fabricar esferas de reloj fosforescentes. Como todos los elementos radiactivos, el radio se desintegra gradualmente hasta dejar de ser radiactivo. Tras un cierto periodo de tiempo (1.600 años), se desintegra la mitad de los átomos de una masa de radio. Luego, tras otro periodo igual de tiempo se desintegra la mitad de los átomos que quedan.

Este proceso continúa, reduciéndose cada vez más la cantidad de radiactividad que queda. El tiempo que demora en desintegrarse la mitad de los átomos radiactivos se conoce con el nombre de **semidesintegración**.

Cada elemento radiactivo tiene un período de semidesintegración diferente. Un tipo de uranio tiene un periodo de semidesintegración de 40.470.000.000 años. En el otro extremo de la escala, el cesio 137 tiene un periodo de semidesintegración de solo un minuto.

Algunas rocas, como el granito, contienen pequeñas cantidades de radiactividad.

La radiactividad no se puede ver, oler o palpar. Pero un aparato llamado contador Geiger permite medirla. El contador produce unos chasquidos cada vez que detecta átomos que se están desintegrando.

### **I.c.– Historia de la Radiactividad**

Desde el día 2 de diciembre de 1942 a las 2:20 PM, los científicos activaron el primer reactor nuclear en una

pista de squash abandonada en la Universidad de Chicago, dando paso a la era nuclear, demostrando que su energía controlada podía ser útil.

La energía nuclear es la energía que liberan las fuerzas que mantienen unidas al átomo.

Luego de su descubrimiento los científicos, que creían que su energía era ilimitada, en conjunto con los políticos, solicitaron que se utilizara con fines pacíficos.

Se ha dicho que esta energía posee una gran cantidad de ventajas, como por ejemplo ser limpia ya que no elimina gases contaminantes pero sin embargo libera radiactividad, que a la larga es mucho más peligrosa que cualquier otro tipo de contaminación. Este nuevo camino abría posibilidades enormes; con un sólo kilo de uranio se puede producir tanto energía como con 3000 toneladas métricas de carbón.

Las centrales nucleares al igual que las centrales térmicas convencionales, originan residuos radiactivos, lo que ha su vez ocasiona grandes daños a los seres vivos y al medio ambiente.

### **Crecimiento mundial**

Desde ese momento, la energía nuclear fue el centro de interés de la mayoría .

En 1956 se puso en marcha la central de Calderhall en Cumbria, en el noroeste de Inglaterra. Ésta producía plutonio para bombas, siendo la primera planta nuclear a gran escala generadora de electricidad comercial.

Esta situación cobró tanto interés que a fines de 1990 ya habían 420 reactores nucleares comerciales en 25 países que producían un 17% de la electricidad mundial, siendo en algunas naciones el principal centro de producción de energía. Por ejemplo, en Francia se obtenía un 73% de la electricidad del átomo; en Bélgica un 59%; En Hungría, Suecia y en Corea del Sur un 50% aproximadamente.

De esta forma, la expansión de este nuevo descubrimiento se hizo inminente y disfrutó casi de un apoyo unánime, pero en los años 70` empezaron a aparecer los primeros opositores, generalmente ecologistas provocando que a finales de los 80` contaran con el acuerdo de la mayoría de los países occidentales.

Esta situación se agudizó cada vez más, poniendo en juego la continuidad de estas plantas. La Agencia Internacional para la Energía Atómica (AIEA) había recortado sus estimaciones futuras a una novena parte, puesto que se estimó que para el año 2000 habría 4,45 millones de megawatios de capacidad nucleares todo el mundo.

Así, todos los programas nucleares nacionales estaban estancándose incluso fuera de los EE.UU. Desde 1975 sólo se había encargado una central en la antigua Alemania occidental.

Suecia era la generadora, en proporciones, más elevada del mundo, puesto que la mitad de su electricidad era a partir del átomo, decidió en 1980 suprimir de apoco la energía nuclear. En 1984 Japón también redujo en un tercio su programa y en 1985 Dinamarca decidió no construir nunca más una planta reactiva.

En 1986 se produjo el accidente nuclear más grande en la historia, registrado en la ciudad de Chernobyl que se considerada una de las mejores gestionadas de la URSS, causando grandes daños.

Tras este accidente el gran sueño nuclear se vió totalmente destruído.

La opinión pública se opuso rotundamente a la construcción de nuevas centrales nucleares, por ejemplo en Francia se produjo un hecho inesperado: luego de lo de Chernobyl se elevó a un 59% la cifra de los opositores a las centrales, cuando antes casi no existían detractores. En Austria se anunció que se desmantelaría su única

central que nunca había funcionado (1978). Filipinas desmontó su único reactor e Italia, España y Yugoslavia detuvieron toda su futura expansión.

Uno de los mayores pronucleares del mundo, el Reino Unido canceló todos sus planes de instalación de nuevas centrales durante al menos cinco años. La expansión nuclear de Francia, que sólo había abierto una en 1987, atrajo deudas multimillonarias.

Luego de este accidente, comenzó a cambiar la tendencia de que la antigua URSS y Europa del Este estuvieran comprometidas por esta causa.

En 1992 la AIEA clasificó a cuatro centrales de Rusia y este de Europa como muy peligrosas por lo que se cerró inmediatamente a la de Kozloduy de Bulgaria.

Durante los años 90, la energía nuclear se fue en declive puesto que las viejas centrales se cerraron y no fueron reemplazadas pero ahora entra en discusión que hacer con todos los materiales radiactivos que quedaron abandonados en las centrales.

En solo una generación hemos sido testigos del ascenso y del descenso de la energía nuclear.

## **II.a.– Contaminación radiactiva**

La Contaminación radiactiva puede definirse como un aumento de la radiación natural por la utilización por el hombre de sustancias radiactivas naturales o producidas artificialmente.

Con el descubrimiento de la energía nuclear y en especial desde la invención de la bomba atómica se han esparcido por la tierra numerosos productos residuales de las pruebas nucleares.

En los últimos años la descarga en la atmósfera de materias radiactivas ha aumentado considerablemente, constituyendo un peligro para la salud pública.

## **II.b.– Fuentes de contaminación radiactiva**

Dos son las principales fuentes responsables de las contaminaciones por sustancias radiactivas:

a) **Pruebas nucleares:** las más peligrosas son las que tienen lugar en la atmósfera. La fuerza de la explosión y el gran aumento de temperaturas que las acompaña convierten a las sustancias radiactivas en gases y productos sólidos que son proyectados a gran altura en la atmósfera y luego arrastrados por el viento.

La distancia que recorren las partículas radiactivas así liberadas dependen de la altura a la que han sido proyectadas y de su tamaño. Pero las partículas más finas pueden dar varias veces la vuelta a la tierra antes de caer en un determinado punto del globo.

Una vez depositadas en el suelo, las partículas radiactivas pueden ser arrastradas por la lluvia aumentando la radiactividad natural del agua.

b) **Manipulación de sustancias radiactivas:** tanto en la fase de obtención del combustible nuclear (extracción del mineral, lavado y concentración, producción de lingotes de Uranio o de Torio y separación química de los diferentes isótopos), como en la etapa de funcionamiento de los reactores nucleares (procesos de fisión, activación y térmicos) se obtienen ingentes masas de residuos radiactivos con grave peligro para la contaminación del medio ambiente. La refrigeración de los reactores se utilizan grandes cantidades de agua que luego es nuevamente vertida al río transportando productos peligrosos.

La eliminación de los productos radiactivos provenientes de las fabricas atómicas plantea en a actualidad graves problemas. Una de las soluciones adoptadas y que ha ocasionado una gran controversia es su eliminación mediante recipientes herméticos e invulnerables a las radiaciones, que son sumergidos en las grandes profundidades de las fosas oceánicas.

### **II.c.– Sustancias radiactivas y condiciones ecológicas de la contaminación**

Los productos radiactivos liberados en las explosiones nucleares comprenden restos del explosivo no consumido (Uranio– 235 y plutonio–239), los productos de fisión derivados del explosivo

(Estroncio–90, Cesio–137, yodo–131, etc) y los productos de activación formados por bombardeo con neutrones de los elementos contenidos en el suelo o en el agua ( Calcio–45, Sodio–24). Las sustancias radiactivas contaminantes que permanecen al cabo de cierto tiempo son el estroncio–90 y el cesio–137.

El destino de las impurezas radiactivas contenidas en la atmósfera tras una explosión nuclear depende, además de los factores intrínsecos a la explosión y de los factores meteorológicos, de las condiciones ecológicas.

A menos que ocurra un accidente o en caso de guerra nuclear, el hombre esta relativamente protegido de una contaminación radiactiva directa, es decir la producida por la inhalación del aire contaminado por cuerpos radiactivos. En realidad, el principal peligro actual proviene del alto grado de concentración biológica de las sustancias radiactivas a lo largo de las cadenas alimentarias. De este modo se produce una contaminación radiactiva indirecta que se inicia con el deposito en suelo y en el agua de los agentes contaminantes radiactivos caídos de la atmósfera. En los animales y vegetales que extraen su alimento del suelo y del agua se concentran dichos cuerpos, transmitiéndolos a sus depredadores en proporciones peligrosas. En medio marino se aprecia con claridad dicho fenómeno. Las algas llegan a tener con frecuencia una radiactividad especifica mil veces superior a las del agua que las rodea, y en el plancton dicho factor de concentración puede llegar a ser de 5000. los animales acuáticos que se alimentan de tales organismos pueden alcanzar concentraciones aun mas elevadas. En los vegetales la radiactividad se concentra en las hojas y en los tallos mas que en las semillas. Es un factor que perjudica a los animales herbívoros. En el hombre eslabón final de la cadena alimentaria, la contaminación indirecta se produce a través del tubo digestivo tras la toma de alimentos vegetales o alimentos contaminados. La leche, por ejemplo, es uno de los principales vehículos de contaminación indirecta en algunos países. Ello explica que los huesos de los niños, cuyo alimento principal lo constituye la leche, contengan mas estroncio–90 que los de los adultos.

### **II.d.– Efectos de la contaminación radiactiva**

Se ha calculado que la población mundial esta expuesta a una radiacion natural ambiente comprendida entre 100 y 150 mrem al año ( el mrem es la unidad de radiacion que produce los mismo efectos biológicos que un roentgen de rayos X). Según los especialistas, el hombre puede llegar a soportar sin peligro aparente hasta 1000 mrem. El limite superior de 0,5 mrem por individuo y por año es el impuesto por la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones ( CIPR).

Por encima de estas dosis máximas de radiacion existen para el hombre riesgos somáticos, como el acortamiento de la vida y la inducción a la leucemia. Las partes mas sensibles del organismo son: la piel, los ojos, ciertos tejidos y las glándulas genitales; ello pudo ser tristemente comprobado tras la explosión de la bomba atomica en Hiroshima.

Hay que señalar a si mismo los efectos genéticos de la radiactividad, que amenazan a las poblaciones vegetales, animales e incluso humanos. Ciertas anomalías en algunas aves zancudas de las regiones árticas han sido explicadas por algunos especialistas como consecuencia de la contaminación radiactiva. Hoy por hoy, sin embargo, el peligro de este tipo de contaminación parece ser mas potencial que real, existiendo un control muy estricto a nivel internacional para vigilar el aumento de radiactividad en la biosfera. La Comisión

Internacional de Protección contra las Radiaciones publica periódicamente recomendaciones relativas a las dosis máximas permisibles de radiación y la organización mundial de la salud trabaja a si mismo en la vigilancia, lucha y protección contra la contaminación radiactiva.

### **II.d.1.– Lluvia radiactiva**

La lluvia radiactiva es una deposición de partículas radiactivas, liberadas en la atmósfera por explosiones nucleares o escapes de instalaciones y centrales nucleares, sobre la superficie de la Tierra. El interés de la opinión pública se ha centrado sobre todo en los efectos de la lluvia radiactiva desde el período de las pruebas nucleares atmosféricas a gran escala realizadas en la década de 1950 y comienzos de la de 1960.

Se discutió y planteó los efectos dañinos durante muchos años hasta 1984 no se adoptó una decisión trascendental, cuando un juez federal de Utah dictaminó que 10 personas habían enfermado de cáncer debido a la negligencia del gobierno en lo referente a la exposición de los ciudadanos a la lluvia radiactiva en aquel estado. En 1985 el Tribunal de apelación de pensiones de Inglaterra y Gales llegó a una conclusión similar en el caso de un veterano de las pruebas nucleares británicas en las islas Christmas durante la década de 1950. Desde la firma del tratado de limitación de pruebas nucleares en 1963, los niveles de lluvia radiactiva han disminuido en todo el mundo. El accidente nuclear de Chernóbyl produjo cierta cantidad de lluvia radiactiva.

#### **Mecanismo**

El material del que se compone la lluvia radiactiva se produce por fisión nuclear y por la activación del suelo, el aire, el agua y otros materiales en las inmediaciones del lugar de la detonación. Las partículas radiactivas individuales son invisibles, y tan ligeras que podrían dar vueltas una y otra vez en torno al planeta sin llegar a descender a la superficie. No obstante, esta situación sólo se daría si una bomba nuclear fuera detonada a una distancia considerable de la atmósfera. Cuando un arma nuclear es detonada cerca de la superficie terrestre, la violencia de la explosión pulveriza ingentes cantidades de material, que en buena parte es absorbido hacia la bola de fuego y por tanto hacia la masa caliente que se eleva formando la característica nube en forma de hongo. En el interior de la bola de fuego y en el tallo de la nube de la bomba, las partículas radiactivas se adhieren a partículas más pesadas, que actúan como lastre. Las partículas de materia de mayor masa caen de vuelta a la Tierra en cuestión de minutos, formando una lluvia radiactiva muy localizada. Las partículas de masa menor, pero fácilmente visibles, arrastradas por el viento, caen a la superficie terrestre al cabo de varias horas, y reciben el nombre de lluvia radiactiva local. La naturaleza y extensión de ésta dependen del tipo y potencia de la explosión, de la altitud de la detonación y de la velocidad y dirección del viento. Las partículas microscópicas permanecen suspendidas durante períodos más largos. Si la explosión es de escasa potencia o de potencia media, la nube de la bomba puede no alcanzar la tropopausa, es decir, la capa atmosférica situada entre la troposfera y la estratósfera.

En casos así, se produce la llamada lluvia radiactiva troposférica, y los fragmentos de la bomba se desplazan en torno a la Tierra siguiendo la latitud donde se produjo la detonación, cayendo a la superficie cuando la lluvia y otras formas de precipitación arrastran la materia extraña de la atmósfera.

Si la potencia de la explosión es suficiente como para introducir residuos de la bomba en la estratosfera, muchas de las partículas pequeñas permanecen en ella, y quedan sometidas a la acción de los vientos estratosféricos. La lluvia producida en este caso recibe el nombre de lluvia atómica estratosférica o global. Dado que en la estratosfera no existen precipitaciones, estas partículas permanecen en suspensión durante considerables periodos. Se dispersan horizontalmente, por lo que algunas partículas, tras haber dado varias vueltas al planeta, acaban distribuidas por toda la estratosfera. La mezcla vertical, sobre todo en las regiones polares en invierno y a comienzos de la primavera, devuelve el material a la troposfera, donde se comporta como la lluvia radiactiva troposférica.

### **II.d.2.– Persistencia de la lluvia radiactiva**

Las partículas producidas por la fisión de átomos de uranio o plutonio y los materiales activados por los neutrones constituyen unos 300 isótopos radiactivos diferentes. Cada radioisótopo se caracteriza por su vida media, es decir, el tiempo necesario para que la mitad de la materia radiactiva se desintegre espontáneamente. En el plazo de una hora tras la explosión, la mayor parte de las sustancias de vida muy corta, es decir aquellas cuya vida media se mide en segundos y minutos, se desintegran, y la radiactividad total producida por la bomba disminuye en un factor superior a cien. Transcurrida la primera hora, la radiactividad remanente se disipa a un ritmo cada vez menor. Los productos de vida más larga de la fisión son los que producen la mayor parte de la radiactividad residual. Unos pocos productos de la fisión tienen una vida muy larga; por ejemplo, el radioisótopo estroncio 90 (símbolo  $^{90}\text{Sr}$ ), también llamado radioestroncio, tiene una vida media de 28 años. Estas partículas de vida larga son la causa del riesgo radiactivo a largo plazo.

### **II.d.3.– Efectos biológicos de la lluvia radiactiva global**

La retención a largo plazo de residuos radiactivos en la atmósfera permite que algunos de los productos de vida corta se disipen en la atmósfera.

En el caso de la lluvia radiactiva troposférica, se produce cierto grado de desintegración radiactiva en la atmósfera, lo que reduce algo la dosis de radiactividad a la que se ve expuesta la superficie de la Tierra.

Con todo, los radioisótopos de vida larga, como el  $^{90}\text{Sr}$ , no se desintegran apreciablemente durante el tiempo que permanecen en la estratosfera, y por tanto, pueden seguir siendo un riesgo potencial durante muchos años, sobre todo a través de los alimentos contaminados y destinados al consumo humano.

### **III.a.– Otros radioisótopos**

El estroncio radiactivo se comporta, químicamente, de forma similar al calcio, incluyendo su incorporación a los huesos humanos. La mayor parte de los organismos prefieren el calcio al estroncio; por lo tanto, la cantidad de  $^{90}\text{Sr}$  absorbido por las raíces de las plantas y por los animales depende de la disponibilidad de calcio. Cuando el  $^{90}\text{Sr}$  se deposita directamente sobre las plantas durante la lluvia radiactiva, no obstante, las plantas absorben más cantidad de éste que si sólo lo hubieran hecho a través de las raíces y, por tanto, transmiten más  $^{90}\text{Sr}$  a los animales y al ser humano. Además, aunque la leche se usa como indicador del contenido en  $^{90}\text{Sr}$  de los alimentos, debido a que contiene mucho calcio, el cuerpo humano absorbe menos  $^{90}\text{Sr}$  de la leche que de otros alimentos con menor contenido en calcio. La mayor parte del resto de alimentos proceden de una serie de áreas geográficas con tasas variables de deposición por lluvia radiactiva y de acumulación en el suelo de  $^{90}\text{Sr}$ . Este hecho, junto con las diferencias según los periodos de crecimiento y los tipos de suelos, produce niveles de  $^{90}\text{Sr}$  en la dieta, en relación con el calcio, inferiores en algunas áreas y superiores en otras a los que cabría esperar sobre la base de la cantidad de lluvia radiactiva.

Cuando el  $^{90}\text{Sr}$  penetra en el organismo, parte es excretado y el resto se deposita en el tejido óseo nuevo junto con el calcio. En los huesos jóvenes, el  $^{90}\text{Sr}$  y el calcio son reemplazados sin cesar al ir creciendo el hueso. En los huesos adultos la sustitución es escasa; se deposita poco  $^{90}\text{Sr}$  y su eliminación es muy lenta. La cantidad de  $^{90}\text{Sr}$  que permanece en el hueso depende de las cantidades de  $^{90}\text{Sr}$  y calcio ingeridos con la dieta durante los periodos de crecimiento óseo. El largo tiempo de retención del  $^{90}\text{Sr}$  en el hueso es la base de su peligrosidad potencial.

En experimentos realizados con animales, y en casos de envenenamiento humano, en los que se depositan en los huesos cantidades suficientes de materias radiactivas, se detecta mayor incidencia de leucemia y cáncer. Los niveles actuales de  $^{90}\text{Sr}$  en los seres humanos son, con mucho, excesivamente bajos para que se detecten tales efectos.

Aunque el yodo 131, un isótopo radiactivo, tiene una vida muy corta (vida media, ocho días), es una de las fuentes potencialmente importantes de exposición interna a las radiaciones, debido a que se concentra en la



glándula tiroides. Poco tiempo después de un accidente o explosión nucleares, la hierba contaminada con yodo 131 es consumida por las vacas; el isótopo aparece rápidamente en la leche. Debido a que la leche suele consumirse pocos días después de su producción, la gente puede consumir cantidades significativas de yodo 131 sin darse cuenta. Otros alimentos suelen consumirse transcurrido un intervalo más largo, por lo que la radiactividad ha disminuido apreciablemente. Cuando se acumulan cantidades significativas de yodo radiactivo en el tiroides, se produce un aumento en la incidencia del cáncer de tiroides; hasta la fecha, los niveles acumulados debido a la lluvia radiactiva son demasiado bajos, o la exposición a ellos demasiado reciente, como para que se detecte tal efecto.

El cesio 137, que tiene una vida media de 30 años, se incorpora también a la red alimentaria y penetra, por lo tanto, en el organismo humano. Como el potasio, al que químicamente se parece, se dispersa por todo el cuerpo, irradiándolo. No obstante, el cesio radiactivo sólo permanece en el organismo unos pocos meses. El carbono 14, que tiene una vida media de 5.760 años, se produce sobre todo por activación de los átomos de nitrógeno del aire durante las detonaciones nucleares. También se produce de forma continua y natural por acción de los rayos cósmicos. Desciende a la superficie de la Tierra en forma de dióxido de carbono, y como tal es absorbido por las plantas, distribuyéndose por último en toda la materia orgánica. El carbono radiactivo, es pues otro radioisótopo que irradia la totalidad del organismo. El cesio 137, el carbono 14, y los isótopos depositados en la Tierra que irradian el organismo desde el exterior, contribuyen a la dosis total de irradiación corporal. Esta irradiación es un riesgo genético en potencia, y también afecta al organismo en sí.

#### **IV.a.– Efectos genéticos de la lluvia radiactiva**

A la hora de evaluar los efectos a largo plazo de la lluvia radiactiva, es esencial considerar los efectos genéticos de la radiación. La radiación puede producir mutaciones, es decir, cambios genéticos en las células reproductoras que transmiten las características heredadas de una generación a la siguiente.

Casi todas las mutaciones inducidas por las radiaciones son dañinas, y sus efectos nocivos persisten en sucesivas generaciones.

#### **Riesgos Potenciales**

La evaluación de los riesgos potenciales de la radiación procedente de la lluvia radiactiva implica en gran medida las mismas consideraciones que otros riesgos que afectan a grandes poblaciones. Estas evaluaciones son complejas y están relacionadas con posibles beneficios y otros riesgos. En el caso de la lluvia radiactiva, el riesgo potencial es global e implica múltiples incertidumbres relacionadas con las dosis de irradiación y sus efectos; la cambiante situación internacional debe ser evaluada continuamente.

El riesgo que representaría la lluvia radiactiva en una guerra nuclear sería mucho más serio que en una prueba nuclear. Habría que considerar los efectos letales inmediatos, así como los efectos a largo plazo. Los estudios de este tipo han llevado a la construcción de refugios nucleares como parte de los planes de defensa civil. Se están desarrollando sistemas para descontaminar el agua, el suelo y los alimentos con el fin de combatir los posibles efectos de la lluvia radiactiva durante y después de un ataque nuclear. Muchas investigaciones independientes, no obstante, sugieren que incluso aunque algunos seres humanos sobrevivieran a una guerra nuclear a gran escala y al probable invierno nuclear, la contaminación del medio ambiente haría prácticamente imposible para los supervivientes escapar a los efectos de la radiación, ya fuera por exposición directa o indirecta a ella. La esterilidad podría ser uno de los problemas que surgieran como consecuencia de esa exposición.

#### **V.a.– Residuos Radiactivos**

Muchas actividades originan residuos. La fabricas y las centrales térmicas liberan residuos., algunos de ellos peligrosos, que afectan al medio ambiente. Las centrales nucleares originan residuos radiactivos. Estos son

peligrosos y pueden permanecer activos durante largos periodos de tiempo.

Los residuos radiactivos se generan de varias formas. Cuando las vainas con combustible se agotan, contienen el residuo de alta actividad. también, al llegar una central nuclear al final de su vida útil, se cierra, y se procede a su desmantelamiento. Pero el núcleo del reactor es tan radiactivo que no puede ser desmontado.

En una central nuclear también resultan contaminadas por la radiactividad otras cosas, como, por ejemplo, la ropa de los operarios que manejan material radiactivo. Éstos se las tienen que cambiar regularmente, y las que se quitan se convierten en residuos. Este tipo de residuo es menos radiactivo que el de alta actividad; se llama residuo de media o de baja actividad, según su nivel de radiactividad.

Las centrales nucleares no son las únicas productoras de residuos radiactivos. Cerca de los yacimientos de uranio, se separa el metal aprovechable de la materia inservible. Este proceso genera residuos que pueden contaminar al zona circundante. también las piezas de las armas nucleares que se desguzan son radiactivas.

Algunos tipos de residuos sanitarios, como gasas y guantes de hospital, se vuelven radiactivos en contacto con los productos químicos utilizados en ciertos tratamientos médicos.

### **V.b.– Residuos de alta actividad**

Las vainas de combustible de uranio que producen energía en una central nuclear llegan, con el tiempo, al final de su vida útil. Se convierten entonces en el residuo más altamente radiactivo, pues contienen los átomos escindidos de uranio. La vainas agotadas, que son tan radiactivas que generan calor propio, se colocan en enormes depósitos de agua. Allí se enfrían poco a poco y se vuelven menos radiactivas.

Algunos países consideran estas vainas agotadas residuos no aprovechables y las confinan en depósitos. Otros, entre ellos Francia, las procesan para extraer el combustible no utilizado.

Esta operación se denomina reprocesado y se lleva a cabo disolviendo las vainas agotadas en ácido para recuperar el uranio y el plutonio. El ácido con el residuo radiactivo no recuperable se almacena en tanques o se transforma en un bloque vítreo.

Los residuos de alta actividad, sean vainas de combustible, bloques vítreos o solución ácida, permanecerán peligrosamente radiactivos durante decenas de miles de años.

Algunas persona consideran que es útil reprocesar las vainas agotadas, porque el combustible nuclear que se extrae de ellas puede emplearse para crear nuevas vainas.

Sin embargo, un grave inconveniente es que las instalaciones de reprocesamiento de material nuclear liberan enormes cantidades de residuos de baja o media actividad a la atmósfera y al mar. Esto no ocurriría si las vainas de combustible agotadas fueran simplemente confinadas.

### **VI.a.– Vertederos en todo el mundo**

Los residuos radiactivos de baja y media actividad procedentes de centrales nucleares y de centros médicos y de investigación no son tan peligrosos a corto plazo como los residuos de alta actividad. Pero también suponen una amenaza para la salud. En los primeros años de la era nuclear se enterraban o se vertían al mar. Actualmente esta situación ha cambiado gracias a la presión ejercida por la opinión pública y al mayor conocimiento de los peligros que entrañan los residuos radiactivos. La industria nuclear ha comprendido finalmente que debe tomar mayores precauciones para deshacerse de estos residuos, o que debe confinarlos.

La forma habitual de deshacerse de estos residuos es enterrándolos. Los residuos de baja actividad se

encierran en recipientes metálicos y luego se introducen en zanjas de poca profundidad. Los residuos mas radiactivos se entierran a mayores profundidades. Cada país dispone de diferentes emplazamientos a este fin, como, por ejemplo, antiguas minas de sal o hierro, galerías horadadas en laderas de colinas o confinamientos subterráneos a grandes profundidades especialmente contruidos para enterrarlos.

Se han propuesto muchos métodos para confinar los residuos radiactivos, pero todos presentan riesgos. Su enterramiento en los helados casquetes polares supondría alejarlos de la población, pero los residuos de alta actividad, de elevada temperatura, fundirían el hielo, y el agua radiactiva pasaría la mar. Lanzar los residuos al espacio seria muy costoso, y, además, si ocurriese una explosión en al plataforma de lanzamiento o un accidente, las consecuencias serian muy graves. Una solución seria enterrarlos en fosas marinas muy profundas, pues permitiría que, con el tiempo, los residuos llegasen al núcleo de la Tierra como consecuencia de los movimientos naturales de la corteza terrestre. Pero esto contamina al mar y actualmente esta prohibido. El enterramiento subterráneo es, de momento, la opción preferida. Sin embargo, si ocurren terremotos, erosión del suelo o corrosión de los contenedores, existe el riesgo de que se produzcan fugas radiactivas.

## **VI.b.– Las regiones con mayor contaminación radiactiva del Este Europeo**

### **El sur de los Urales**

El primer complejo industrial para la producción de plutonio con fines militares fue construido entre 1945 y 1946, recibiendo el nombre de Cheliabinsk–40. Dicha instalación está operada por la llamada Asociación "MAYAK", dependiente del antiguo Ministerio de Energía Nuclear de la URSS. Su presencia ha supuesto la contaminación ambiental de la región con productos radiactivos de vida larga, a consecuencia tanto de accidentes como de operaciones, para las que no había ningún control medioambiental.

### **Descargas al río Techa**

Desde 1949 a 1951 se descargaron residuos líquidos de media y baja actividad directamente al sistema fluvial del río Techa, con una actividad total aproximada de 100 PBq. Las dosis recibidas por la población de las orillas del río alcanzó valores muy elevados, lo que obligó al traslado de varias localidades. Los individuos afectados por lo que secretamente se llamó "enfermedad crónica de radiación por exposición prolongada", eran trasladados para su examen en Moscú, pero no recibieron ninguna información sobre los resultados de los exámenes médicos. Además del tremendo impacto local, se estima que unos 10 PBq han podido ir a parar a través del sistema fluvial hasta el océano Ártico.

### **El accidente de Kishtim**

Ocurrió el 29 de septiembre de 1957 en Cheliabinsk–40, a causa de la explosión química de sales en un tanque de residuos radiactivos de alta actividad, provocado por el fallo del sistema de refrigeración del tanque. La explosión dispersó unos 40 PBq de productos de fisión, alcanzando la contaminación una zona de 300x50 km.

### **El lago Karachay**

Este lago sirvió de receptor de los residuos líquidos de media actividad una vez que cesaron las descargas al río Techa en 1951. Es actualmente la fuente principal de contaminación para el aire y los terrenos adyacentes a Cheliabinsk–40.

En el fondo del lago se formó una "lenteja" de sales altamente contaminadas que se propaga por el subsuelo con riesgo extremo de contaminación de aguas subterráneas.

### **Three Mile Island**

Three Mile Island es una central nuclear de Estados Unidos en la que en 1979 tuvo lugar el peor accidente sufrido por un reactor nuclear en ese país. El núcleo del reactor sufrió una fusión parcial y gracias al buen funcionamiento del edificio protector solo hubo un mínimo escape de la peligrosa radiactividad, que no causó daños de ningún tipo. Se demostró que las medidas de seguridad de las centrales bien construidas funcionan correctamente

Sin embargo la situación fue peligrosa y el recelo de la opinión pública frente a las centrales nucleares aumentó mucho como consecuencia de ese accidente. Como contrapartida positiva, a raíz de este accidente se incrementaron las medidas de seguridad en las centrales y sus alrededores, incluyendo los planes de evacuación de las áreas que rodean a la central.

### **Chernobyl**

En la central nuclear de Chernobyl, en la antigua Unión Soviética, tuvo lugar, el 26 de abril de 1986, lo que ha sido el peor accidente que nunca ha ocurrido en una planta nuclear. Ese día unas explosiones en uno de los reactores nucleares arrojaron grandes cantidades de material radiactivo a la atmósfera. Esta radiación no solo afectó a las cercanías sino que se extendió por grandes extensiones del Hemisferio Norte, afectando especialmente a los países de la antigua URSS y a los del Noreste de Europa.

Como consecuencia de este accidente muchas personas sufrieron gravísimas exposiciones a la radiactividad y muchos murieron y morirán. Mas de 300 000 personas tuvieron que ser evacuadas de los alrededores de la central.

Para intentar paliar los efectos del accidente la central ha sido encapsulada en 300 000 toneladas de hormigón y varios edificios y grandes cantidades de suelo han tenido que ser descontaminados.

Aunque se han hecho grandes labores de limpieza toda esa zona tiene que enfrentarse con grandes problemas a medio y largo plazo. Entre el 15 y el 20% de las tierras agrícolas y de los bosques de Bielorrusia están tan contaminados que no se podrán usar durante los próximos cien años. Los casos de leucemia han aumentado notablemente y la salud de unos 350 000 ucranianos está siendo examinada continuamente para detectar lo antes posible las muy probables secuelas de la exposición a grandes dosis de radiactividad.

Dos hechos tuvieron especial influencia en este desastre. Por una parte el diseño de la planta, en el que el reactor no está alojado en un edificio protector y es muy inestable a baja potencia. De hecho estos reactores no se usan en los países occidentales por su falta de seguridad. Otro segundo punto fue la falta de capacitación científica y técnica de los responsables de la central, que actuaron con una irresponsabilidad increíble. Esta catástrofe, lo mismo que otros muchos desastres ambientales en la antigua URSS y en su área de influencia, están directamente relacionados con los graves defectos sociales, económicos y humanos del sistema comunista que ocultaba sistemáticamente la verdad sobre su tecnología y los riesgos y daños de todo tipo, creando una imagen de la realidad falsa y totalmente manipulada.

### **Sellafield ( Reino Unido)**

Central encargada de reciclar combustible nuclear usado para recuperar plutonio y uranio para las bombas y las centrales nucleares. Ha vertido grandes cantidades de residuos radiactivos en el mar de Irlanda. Parte de estos residuos están regresando a tierra en el agua marina pulverizada y en los sedimentos. Los niños de la localidades tienen diez veces mas probabilidad de contraer leucemia que cualquier otro y se han encontrado focos de leucemia similares en torno a otras centrales nucleares. En 1990, las investigaciones sugerían que algunas de estas leucemias se producían en los hijos de Sellafield cuyos genes podían haber sido dañados por la radiación.

## **VII.b.– BASUREROS NUCLEARES**

## **Pangea (Argentina)**

Multinacional con sede en Redmont (EE.UU.), liderado por Golder Associates de Canadá y con inversores británicos y suizos, estuvo investigando en Argentina su potencialidad para alojar un basurero nuclear, debido a la oposición que el proyecto ha encontrado en Australia, el primer país de la lista; según señala un comunicado de la FUNAM (Fundación para la Defensa del Ambiente). La licitación ganada recientemente por el Instituto Nacional de Investigaciones Aplicadas (INVAP) para construir un reactor nuclear para Australia lleva aparejada la entrada en Argentina de combustible nuclear agotado. INVAP ganó en junio del 2000 una licitación internacional para la venta de un reactor nuclear de investigación que el gobierno australiano prevee instalar en la localidad de Lucas Heights, en las afueras de Sydney. FUNAM insistió en que "lo que quiere traerse de Australia no es materia prima sino residuo radiactivo", lo que está expresamente prohibido por la Constitución Argentina (Artículo 41).

INVAP debe garantizar que el combustible gastado (por el reactor) no debe permanecer en Australia de manera indefinida ni temporal, ni tampoco puede ser reconvertido en ese país. Los residuos que producirá esa planta nuclear contendrán radio isótopos de altísimo riesgo, como Estroncio 80, Cesio 137 y Plutonio 239.

La Comisión Nacional de Energía Atómica promueve además la importación de combustible nuclear agotado, altamente radiactivo, desde Brasil en virtud de un proyecto denominado Ciclo Tándem.

**Rusia** también sigue el camino de los basureros nucleares ya que permitirán la llegada de combustible nuclear usado de al menos 14 países y durante 50 años, que será procesado en Rusia y sus desechos permanecerán en este territorio. Antes de la reforma legal, se devolvía la basura nuclear procesada a los lugares de origen. En Rusia sólo hay una planta nuclear capaz de procesar este combustible nuclear, el del complejo de Mayak, cerca de Cheliabinsk, en los Urales.

Entre los países que enviarán residuos se encuentran Alemania, Suiza, Corea del Sur, Japón, Taiwán y España.

## **Cementerio Nuclear**

**El Cabril** ( España). El único cementerio nuclear español, acondicionado para materiales de baja y media actividad (con una vida máxima de 300 años) esta situado en el término municipal de Hornachuelos, a 80 kilómetros de Córdoba en línea recta, en pleno corazón de Sierra Morena, El Cabril almacenaba a comienzos de este año 16.279 metros cúbicos de basura (el 28% de su capacidad).

Alrededor de las instalaciones, que ocupan 15 hectáreas de monte habitadas por ciervos, buitres y conejos, funcionan 36 puntos de control del aire, el agua y la vegetación. Enresa (Empresa Nacional de Residuos Radiactivos) asegura que no se emite nada al exterior y que no existe más radiactividad que la natural –el origen del complejo está en una mina de uranio ya agotada–.

El Cabril se compone de oficinas, laboratorios, instalaciones para recibir y acondicionar los residuos, una incineradora, celdas de almacenamiento, una piscina de agua y un depósito ciego para potenciales filtraciones.

Todos los días llega un camión procedente de alguno de los nueve reactores nucleares españoles (producen el 33% de la electricidad de este país). Y cada semana arriban dos camionetas cargadas con material contaminado de unos 600 hospitales y centros de investigación. En total, suman 2.000 toneladas anuales, que, en el futuro, serán cubiertas por dos metros de tierra tachonada de árboles.

## **VII.c.– Los riesgos**

La mayor preocupación que genera la energía nuclear es proteger a las personas y el medio ambiente del contacto con dosis perjudiciales de radiactividad.

Los vertederos de residuos radiactivos y las operaciones normales que se realizan en las centrales nucleares dejan escapar alguna radiación al medio ambiente. El mayor temor, sin embargo, reside en la posibilidad de que se produzcan accidentes en las centrales nucleares, en submarinos nucleares o durante el transporte de los residuos radiactivos. Estos residuos son especialmente peligrosos cuando se trata de vainas de combustible agotadas que se envían para ser reprocesadas. Se gastan enormes cantidades de dinero para asegurar que no se produzcan accidentes. Desgraciadamente, los medios empleados no han resultado siempre infalibles, debido a veces a fallos humanos.

Un segundo peligro asociado a la energía nuclear es que los residuos radiactivos tienen una vida de cientos o, incluso, de miles de años. Ninguno de los métodos empleados hasta ahora para deshacernos de ellos nos garantizan la total seguridad en el futuro.

#### **VII.d.– Gestión de los residuos radiactivos**

Algunos residuos de **baja actividad** se eliminan muy diluidos echándolos a la atmósfera o las aguas en concentraciones tan pequeñas que no son dañinas y la ley permite. Los índices de radiación que dan estos vertidos son menores que los que suelen dar muchas sustancias naturales o algunos objetos de uso cotidiano como la televisión.

Los residuos de **media o baja actividad** se introducen en contenedores especiales que se almacenan durante un tiempo en superficie hasta que se llevan a vertederos de seguridad. Hasta el año 1992 algunos países vertían estos barriles al mar, pero ese año se prohibió esta práctica.

Los almacenes definitivos para estos residuos son, en general, subterráneos, asegurando que no sufrirán filtraciones de agua que pudieran arrastrar isótopos radiactivos fuera del vertedero. En España la instalación preparada para esto es la de **El Cabril** (Córdoba) en la que se podrán llegar a almacenar hasta 50 000 m<sup>3</sup> de residuos de media y baja actividad.

Los residuos de **alta actividad** son los más difíciles de tratar. El volumen de combustible gastado que queda en las centrales de energía nuclear normales se puede reducir mucho si se vuelve a utilizar en plantas especiales. Esto se hace en algunos casos, pero presenta la dificultad de que hay que transportar una sustancia muy peligrosa desde las centrales normales a las especiales.

Los residuos que quedan se suelen **vitrificar** (fundir junto a una masa vítrea) e introducir en contenedores muy especiales capaces de resistir agentes muy corrosivos, el fuego, terremotos, grandes colisiones, etc. Estos **contenedores** se almacenarían en vertederos definitivos que deben estar construidos a **gran profundidad**, en lugares muy estables geológicamente (depósitos de arcilla, sales o macizos graníticos) y bien refrigerados porque los isótopos radiactivos emiten calor.

Se están estudiando varios emplazamientos para este tipo de almacenes, pero en el mundo todavía no existe ninguno, por lo que por ahora, la mayoría de los residuos de alta actividad se almacenan en lugares provisionales o en las piscinas de la misma central.

#### **VIII.a.– Las alternativas**

La energía nuclear se considera frecuentemente como la solución a los problemas energéticos con que nos enfrentamos. Sin embargo, los residuos nucleares presentan graves problemas, que deben ser resueltos urgentemente. Muchas personas creen que la solución más segura es confinar los residuos en emplazamientos adecuados, de forma que se puedan detectar las fugas y contenerlas.

Las fuentes alternativas de energía no presentan los mismos inconvenientes que los sistemas de producción energética en que nos basamos actualmente. En el planeta existe una cantidad ilimitada de energía que se

puede aprovechar: la energía que proviene del Sol (energía solar), de las mareas (energía cólica) y del calor del interior de la Tierra (energía geotérmica).

Al igual que la energía hidroeléctrica, estas energías alternativas también presentan algunos problemas. Los proyectos para aprovechar la energía mareomotriz, por ejemplo, podrían alterar fácilmente el medio ambiente costero. Debemos desarrollar nuevas formas de aprovechar la energía y esforzarnos por hacer más limpias las fuentes energéticas que utilizamos actualmente.

Un factor vital es el ahorro de energía. Si racionalizamos su consumo, gastaremos menos. Entonces necesitaremos menos centrales eléctricas y dañaremos menos el medio ambiente.

### **IX.a.– Efectos generales de la contaminación.**

Los agentes contaminantes dañan todos los tejidos orgánicos animales, pero sobre todo aquellos que pertenecen al sistema nervioso y al aparato respiratorio.

Causan enfermedades respiratorias (bronquitis, laringitis, asma, etc.) y trastornos neurológicos (mareos, dolores de cabeza y otros), manifestaciones cancerígenas e incluso alteraciones genéticas.

Sobre el medio, la principal acción de los agentes contaminantes se traduce en lluvias ácidas o radiactivas, destrucción de las capas altas de la atmósfera (que protegen la vida terrestre de las radiaciones solares perjudiciales), aumento gradual de la temperatura del planeta, desarrollo de organismos patógenos (virus o bacterias), etc.

Otras formas de contaminación, la encontramos como consecuencia del empleo de la energía nuclear (contaminación radiactiva) y de materiales necesarios para lograrla (uranio, plutonio), lo cual afecta de forma negativa al medio aéreo, acuático y terrestre. La contaminación nuclear es el resultado de explosiones atómicas, de desechos radiactivos de hospitales, centros de investigación, laboratorios y centrales nucleares y, ocasionalmente, de los escapes radiactivos.

### **X.a.– Desarrollo del tema**

1.– Nombrar los basureros radiactivos más importantes a nivel mundial.

– Pangea en Argentina.

– Rusia también sigue el camino de los basureros nucleares ya que permitirán la llegada de combustible nuclear usado de al menos 14 países y durante 50 años, que será procesado en Rusia y sus desechos permanecerán en este territorio.

– El Cabril en España.

A consecuencia de que existen esparcidos por todo el mundo plantas nucleares, obligadamente debe existir un basurero o vertedero junto a ellos para poder depositar sus residuos, como la vestimenta de sus trabajadores las cuales quedan impregnadas de radiactividad.

2.– Nombrar los principales lugares del ecosistema afectados por la contaminación radiactiva.

Chernobyl (Ucrania)

Three Mile Island (Estados Unidos)

Tokaimura (Japón)

**El sur de los Urales**

**Río Techa**

**Kishtim**

Lago Karachay

Patagonia del sur chileno

Sellafield (Gran Bretaña)

Kyshtym (ex URSS)

**3.– ¿ Cuáles son los isótopos radiactivos más destacados que forman parte de la contaminación?**

Calcio 45 Plutonio 239

Cesio 137 Sodio 24

Estroncio 80 Uranio 233

Estroncio 90 Uranio 235

Yodo 131

**4.– Posible solución al problema de la contaminación radiactiva.**

A pesar de las décadas transcurridas desde el inicio de la utilización de la energía nuclear, ningún país tiene alternativas válidas para unos residuos que conservarán su carga mortífera durante siglos o milenios. Ello constituye un problema muy grave para el cual no se dispone de ninguna solución adecuada. No existen alternativas válidas para la gestión de los residuos cargados de radiactividad que generan las centrales.

Mientras, los distintos países se limitan a almacenarlos, en pozos o minas abandonadas, después que las campañas ecologistas pusieran fin al irresponsable vertido en los fondos oceánicos, de los desechos radioactivos procedentes de las centrales nucleares de algunas naciones sin escrúpulos.

La energía nuclear se utiliza hoy sólo con fines pacíficos (energía). Por el contrario, no hay que negar que varios países sobretodo de Europa y EE.UU. poseen bombas atómicas, las que mantienen almacenadas.

Según nuestro punto de vista, podría disminuir considerablemente la contaminación radiactiva, de una forma fácil, práctica y a mano de todos puesto que toda persona podría colaborar, racionando el consumo de energía. De esta forma no necesitaríamos recurrir a la energía nuclear para satisfacer nuestras necesidades, es más, sólo necesitaríamos energías naturales como la eólica, la geotérmica, la solar o hidráulica etc.

## **CONCLUSION**

Sin duda la energía nuclear se ha convertido en uno de los mayores descubrimientos y avances que el hombre ha podido realizar.



Pero estos grandiosos avances, como fueron vistos en un comienzo, atraerían muchos más problemas que soluciones.

El hombre nunca pensó que algo tan sencillo como que hacer con los residuos, se convirtió con el tiempo en un problema que aún no se ha podido solucionar completamente.

De esta forma, el trabajo de investigación que acabamos de abordar ha desarrollado dentro de él, ha especificado temas como qué es radiactividad, energía nuclear y otros temas relacionados con el tema de la contaminación radiactiva.

Con este trabajo, el grupo completo ha percatado el real problema de la contaminación radiactiva y los daños que ha nivel mundial causa, ya sean ecológicos como biológicos.

Así también se investigó sobre algunos basureros alrededor del mundo, que causan este grave problema de contaminación.

La contaminación nuclear constituye un buen ejemplo de cómo ciertos contaminantes no disminuyen su peligrosidad, incluso frente a la intervención del hombre tratando de remediar esta grave situación.

## **BIBLIOGRAFIA**

Mi amiga la naturaleza, Ediciones todo libro S.A.

Enciclopedia juvenil Océano, tomo II

Química general, Chang

Enciclopedia Encarta 2002

Contaminacion, biblioteca Salvat de grandes temas, 1979

[www.rincondelvago.com](http://www.rincondelvago.com)

[www.greenpeace.com](http://www.greenpeace.com)

[www.ambientenews.com](http://www.ambientenews.com)