

## **1. QUÉ ES.**

Estrictamente hablando la energía nuclear es la energía que se libera al dividir el núcleo de un átomo (fisión nuclear) o al unir dos átomos para convertirse en un átomo individual (fusión nuclear). De hecho, nuclear viene de núcleo.

Cuando se produce una de estas dos reacciones físicas (la fisión o la fusión nuclear) los átomos experimentan una ligera pérdida de masa. Esta masa que se pierde se convierte en una gran cantidad de energía calorífica como descubrió el Albert Einstein con su famosa ecuación  $E=mc^2$ .

Sin embargo, a menudo, cuando se habla de energía nuclear nos referimos a generación de energía eléctrica utilizando reacciones nucleares.

Hay que tener presente que aunque la producción de energía eléctrica sea la utilidad más habitual, la energía nuclear se puede aplicar en muchos otros sectores, como en aplicaciones médicas, medioambientales o bélicas.

### **1.1. Fisión.**

Es el utilizado actualmente en las centrales nucleares. Cuando un átomo pesado (como por ejemplo el Uranio o el Plutonio) se divide o rompe en dos átomos más ligeros, la suma de las masas de estos últimos átomos obtenidos, más la de los neutrones desprendidos es menor que la masa del átomo original, luego se verifica la fórmula de Albert Einstein  $E=mc^2$ , con lo que se desprende Energía.

Para romper un átomo, se emplea un neutrón (ya que es neutro eléctricamente, y no es desviado de su trayectoria), que se lanza contra el átomo a romper, por ejemplo, Uranio. Al chocar el neutrón, el átomo de Uranio-235 se convierte en Uranio-236 durante un brevísimo espacio de tiempo, pues tiene un neutrón más que es el que ha chocado con él, siendo este último átomo sumamente inestable, dividiéndose en dos átomos diferentes y más ligeros que el Uranio-236 (por ejemplo Criptón y Bario; o Xenón y Estroncio), desprendiendo 2 ó 3 neutrones (los neutrones desprendidos, dependen de los átomos obtenidos, nosotros tomamos como ejemplo 3 neutrones, pero puede que solo se desprendan 2. En caso de obtener Bario y Criptón, se desprenden 3 neutrones; mientras que si se obtiene Xenón y Estroncio, solo se liberan 2 neutrones), y liberando energía.

Estos 3 neutrones, vuelven a chocar con otros 3 átomos de Uranio-235, liberando en total 9 neutrones, energía y otros dos átomos más ligeros, y así sucesivamente, generando de esta forma una reacción en cadena.

En las centrales nucleares, el proceso que se controla es el final, ya que en ellas, se genera energía de forma lenta, pues de lo contrario el reactor se convertiría en una bomba atómica, debido a que la mayor parte de la energía se libera al final.

## **1.2. Fusión.**

La fusión nuclear, está actualmente en líneas de investigación, debido a que todavía hoy no es un proceso viable, ya que se invierte más energía en el proceso para que se produzca la fusión, que la energía obtenida mediante este método. La fusión, es un proceso natural en estrellas, produciéndose reacciones nucleares por fusión debido a la elevadísima temperatura de estas estrellas, que están compuestas principalmente por Hidrógeno y Helio.

El hidrógeno, en condiciones normales de temperatura, se repele entre sí cuando intentas unirlo (fusionarlo) a otro átomo de hidrógeno, debido a su repulsión electrostática. Para vencer esta repulsión electrostática, el átomo de hidrógeno debe chocar violentamente contra otro átomo de hidrógeno, fusionándose, y dando lugar a Helio, que no es fusionable. La diferencia de masa entre el átomo obtenido y el original es mayor que en la fisión, liberándose así una gran cantidad de energía (muchísimo mayores que en la fisión). Estos choques violentos, se consiguen con una elevada temperatura, que excita los átomos de hidrógeno, y se mueven muy rápidamente, chocando unos contra otros.

La primera reacción de fusión realizada por el ser humano, tuvo origen militar, con una bomba termonuclear (o también llamada bomba-H o de Hidrógeno), que para obtener la temperatura adecuada (casi la del Sol, unos 20 millones de grados centígrados), se utilizó una bomba atómica. Esta bomba termonuclear libera grandes cantidades de energía.

Las bombas termonucleares actuales, alcanzan los 60 megatones (equivalente a 60 millones de toneladas de explosivo TNT), lo cual puede arrasar todo lo que haya en un radio de 40 ó 50 Kilómetros a la redonda, eso sin incluir la radiación electromagnética y la onda expansiva, así como la lluvia ácida.

## **2. HACIENDO HISTORIA.**

El filósofo griego Democrito de Abdera fue el primero en dar una definición de átomo: la parte más pequeña constituyente de la materia. Esto fue en el siglo V a. de C. Átomo proviene del griego y significa “no-divisible”. Aunque más tarde aparecería el

concepto de fisión nuclear que precisamente se trata de obtener energía dividiendo átomos.

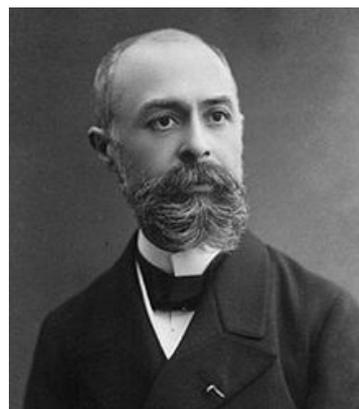
Más tarde, en 1803, el químico británico John Dalton afirmaba en su libro *A New System of Chemical Philosophy* que los elementos se formaban a partir de determinadas combinaciones de átomos y que todos los átomos de un mismo elemento eran idénticos. Es decir, que todos los átomos del hierro o del uranio son idénticos.

A partir de aquí el trabajo de los científicos se centraba en identificar todos los elementos y clasificarlos. El primero en proponer una ordenación fue el químico inglés Newlands. Una propuesta que otros científicos como Lothar Meyer, Dimitri Mendeleiev o Moseley se encargaron de estudiar y modificar hasta obtener la Tabla Periódica actual.

### **2.1. El descubrimiento de la radioactividad.**

En 1896, el físico francés Antoine Henri Becquerel comprobó que determinadas sustancias, como las sales de uranio, producían radiaciones penetrantes de origen desconocido. Este fenómeno fue conocido como radiactividad.

El científico francés estaba trabajando en su laboratorio y dejó descuidadamente unas sales de uranio junto a unas placas fotográficas que aparecieron posteriormente veladas, a pesar de estar protegidas de la luz solar. Después de investigarlo se dio cuenta que el causante era el uranio. Gracias a su descubrimiento Becquerel se convirtió en el “padre de la energía nuclear”.



**FOTO 3.** Antoine Henri Becquerel

En la misma época, el matrimonio francés formado por Pierre y Marie Curie dedujeron con sus investigaciones la existencia de otro elemento de actividad más elevada que el uranio, que en honor a su patria fue llamado polonio. También fueron los descubridores de un segundo elemento al que denominaron radio.

Estos tres elementos, por sus características, tomarán una gran importancia en el desarrollo de la energía nuclear. Actualmente, el combustible de prácticamente todas las centrales nucleares de producción de energía eléctrica utilizan el uranio como combustible.

Posteriormente, como resultado de las investigaciones de Rutherford y Soddy, se demostraría que el uranio y otros elementos pesados, emitían tres tipos de radiaciones:

alfa, beta y gamma. Las dos primeras estaban constituidas por partículas cargadas, comprobándose que las partículas alfa eran núcleos de átomos de helio y las partículas beta eran electrones.

Además, se comprobó que las radiaciones gamma eran de naturaleza electromagnética.

## **2.2. El modelo atómico de Rutherford.**

El descubrimiento de la naturaleza de las radiaciones permitió a Rutherford estudiar la estructura de la materia. Con sus experimentos pudo deducir que el átomo estaba constituido por una zona central positiva donde se concentraba toda la masa y que los electrones giraban en órbitas alrededor del núcleo, como si fuera un pequeño sistema solar.

Esto significaba que el átomo no era macizo como se creía hasta entonces.

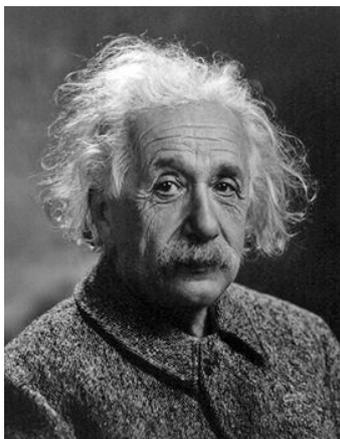
## **2.3. El descubrimiento de la constante de Planck y la teoría cuántica.**

En 1900, el físico alemán Max Planck formuló que la energía es emitida en pequeñas unidades individuales conocidas como cuantos. Descubrió una constante de carácter universal conocida como la constante de Planck, representada como  $h$ .

La ley de Planck establece que la energía de cada cuanto es igual a la frecuencia de la radiación electromagnética multiplicada por dicha constante universal.

Los descubrimientos de Planck representaron el nacimiento de un nuevo campo para la física, conocido como mecánica cuántica y proporcionaron las bases para la investigación en campos como el de la energía nuclear.

## **2.4. La teoría de la relatividad de Albert Einstein.**



**FOTO 4.** Albert Einstein

Se considera Albert Einstein como el científico más bien considerado de la historia del siglo XX. Su conocida ecuación  $E=mc^2$  formulada resultó ser revolucionaria para los posteriores estudios de física nuclear, aunque en aquellos tiempos no se disponía de medios para demostrarla experimentalmente. Así,  $E$  representa la energía y  $m$  la masa, ambas interrelacionadas a través de la velocidad de la luz  $c$ .

Esta ecuación relacionaba las conversiones másicas de energía, de forma que se podía afirmar, que ambas entidades son distintas manifestaciones de una misma cosa.

## **2.5. El modelo atómico de Böhr.**

El físico danés Niels Böhr desarrolló en 1913 una hipótesis, según la cual los electrones estaban distribuidos en capas definidas, o niveles cuánticos, a cierta distancia del núcleo, constituyendo la configuración electrónica de los distintos elementos.

Para el físico danés, los electrones giraban en órbitas estacionarias desde las que no se emitía ninguna radiación, enterrándose así el viejo concepto del átomo como algo indivisible, inerte y simple, y apareciendo la hipótesis de una estructura compleja que daría posteriormente complicadas manifestaciones energéticas.

## **2.6. El descubrimiento del neutrón.**

El descubrimiento del neutrón fue realizado por James Chadwick en 1932. Chadwick “midió” la masa de la nueva partícula deduciendo que era similar a la del protón pero con carga eléctricamente neutra. Así, se observó que el núcleo atómico estaba compuesto por neutrones y protones, siendo el número de protones igual al de electrones.

Con su descubrimiento, Chadwick consiguió un “proyéctil” de características ideales para provocar reacciones nucleares.

## **2.7. El descubrimiento de la radioactividad artificial.**

El matrimonio formado por Frédéric Joliot e Irene Curie fueron los descubridores de la radioactividad artificial.

Las conclusiones a las que llegó el matrimonio Joliot-Curie, se basaban en la idea de que la radioactividad, hasta entonces de carácter natural, podía ser producida por el hombre, construyendo elementos radiactivos mediante el bombardeo con partículas alfa de algunos elementos químicos.

## **2.8. El descubrimiento de la fisión nuclear.**

A finales de 1938, en los umbrales de la Segunda Guerra Mundial, un equipo de investigadores alemanes en el Kaiser Wilhem Institut de Berlín, integrado por Otto Hahn, Fritz Strassmann, Lisa Meitner y Otto Frisch, interpretó el fenómeno de la fisión nuclear, a través de la identificación del elemento bario como consecuencia de la escisión del núcleo de uranio.

Los primeros estudios sobre la fisión nuclear fueron llevados a cabo por Otto Hahn y Lise Meitner, basándose en los resultados obtenidos por el matrimonio Joliot-Curie, que mediante análisis muy cuidadosos, encontraron un elemento de número atómico intermedio en una muestra de uranio bombardeado con neutrones.

Lise Meitner y Otto Frisch pudieron deducir que al bombardear el uranio con neutrones, éste capturaba un neutrón y se escindía en dos fragmentos, emitiendo de una gran cantidad de energía. Se había descubierto la fisión nuclear.

## **2.9. El proyecto de Manhattan. Inicios de la bomba nuclear.**

En 1939, en los inicios de la Segunda Guerra Mundial, Albert Einstein recomienda al presidente de los Estados Unidos, F. D. Roosevelt, el desarrollo de la bomba atómica. Einstein explicaba que gracias a los trabajos de investigación llevados a cabo por Enrico Fermi y Leo Szilard, en los Estados Unidos, y por Frédéric Joliot y su esposa Irene Joliot-Curie, en Francia, era casi seguro que muy pronto fuera posible desencadenar una reacción nuclear en cadena que permitiera liberar unas grandes cantidades de energía. Este procedimiento permitiría también la construcción de una nueva clase de bombas.

Einstein mencionaba también la escasez de reservas de uranio de los Estados Unidos y que las minas de este mineral se encontraban en la antigua Checoslovaquia y en el Congo Belga. Por ello, propuso la colaboración entre científicos y la industria para desarrollar lo más pronto posible la mencionada bomba.

Además, informó que Alemania había suspendido la venta de uranio de las minas checas, de las que el Reich se había hecho cargo, lo que podría significar que los científicos del Instituto Kaiser Wilhelm, podrían estar llevando a cabo experimentos de fisión nuclear también.

El miedo de Albert Einstein a la guerra nuclear era consecuencia de su profundo conocimiento de los avances de la investigación en este campo. Tuvo que emigrar a Estados Unidos en 1933, desde Alemania, al comienzo de la persecución de los judíos.

Entre 1940 y 1941 empezaron a realizarse medidas en sistemas de uranio-grafito, descubriendo Glen Seaborg, a finales de 1940, un elemento artificial, el plutonio-239, que podría emplearse para la fabricación posterior de la bomba atómica.

La fabricación de la bomba fue confiada al ejército, en un proyecto bélico que costaría alrededor de 2.500 millones de dólares. El programa contemplaba dos alternativas: la separación del uranio-235 del uranio-238, y la producción de plutonio-239 en los reactores de grafito.

El 2 de diciembre de 1942, un grupo de físicos nucleares europeos, emigrados a los Estados Unidos y dirigidos por el físico italiano Enrico Fermi, ponían en marcha la primera reacción nuclear en cadena producida por el hombre con la intención de aplicar

por primera vez la energía nuclear. El reactor nuclear empleado, conocido como Chicago Pile (CP-1) era de estructura sencilla, y se instaló bajo la tribuna del estadio de fútbol americano de la Universidad de Chicago. Se empleó combustible de uranio, como el que Fermi empleaba en sus experimentos en Roma, y moderador de grafito.

Los preparativos para este experimento fueron llevados a cabo con gran secreto. El objetivo de la investigación era la obtención de una reacción en cadena –en principio controlada– que permitiera el estudio de sus propiedades en vistas al posible desarrollo de una bomba atómica.

Una vez extraídas con sumo cuidado las barras de control, se inició la reacción en cadena, entrando de este modo en funcionamiento el primer reactor nuclear del mundo.

En 1943 fueron levantadas tres ciudades llenas de instalaciones de investigación: Oak Ridge (Tennessee) para separar el uranio-235 del uranio-238, Hanford para el establecimiento de los reactores nucleares, y Los Álamos para la construcción de la bomba atómica. Robert Oppenheimer fue nombrado director del laboratorio de Los Álamos, consiguiendo reunir a cerca de mil científicos que permanecerían allí hasta seis meses después de acabada la contienda.

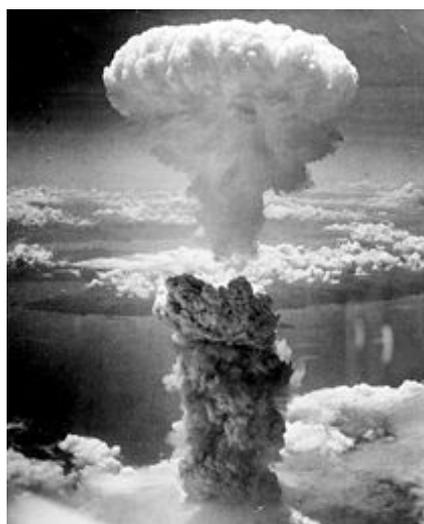
En la madrugada del 16 de julio de 1945, se llevó a cabo la primera prueba de la bomba de plutonio en el desierto de Alamogordo (Nuevo Méjico), y resultó ser un completo éxito.

La bomba de uranio y la de plutonio estuvieron listas al mismo tiempo. La primera, denominada Little Boy, constaba de dos masas de uranio-235 que se proyectaban una sobre otra con explosivos convencionales.

La segunda, Fat Man, consistía en una esfera hueca de plutonio que colapsaba sobre su centro por la acción de explosivos convencionales

El 6 de agosto de 1945, Little Boy fue lanzada sobre Hiroshima desde el avión Enola Gay, y el 9 de agosto, Fat Man fue arrojada sobre Nagasaki.

Las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki se convirtieron así en los primeros y hasta



**FOTO 5.** Explosión bomba nuclear

el momento los únicos objetivos de un ataque con bombas atómicas.

Las condiciones para la construcción de una bomba atómica, en la que trabajaron –sin éxito– durante la Segunda Guerra Mundial algunos físicos soviéticos, como Igor Vasilievich Kurchatov, fueron más estrictas de lo que se necesita para conseguir el funcionamiento con éxito de un reactor nuclear.

La energía liberada durante una detonación de este tipo se reparte aproximadamente en un 35% de radiación térmica, un 50% de presión y un 15% de radiación nuclear.

Este proceso hace que se alcancen temperaturas de hasta 14 millones de grados centígrados. La bomba de Hiroshima liberó 23,2 millones de KWh.

## **2.10. El tratado de No Proliferación Nuclear.**

Tras el fin de la II Guerra Mundial, Norteamérica ostentaba la supremacía bélica debido a su considerable potencial atómico. La complejidad existente en torno a las cuestiones bélicas y civiles de la energía nuclear, exigía el establecimiento de una articulación legal para las aplicaciones civiles en el país, y una regulación internacional a todos los niveles.

Aunque tuvieron lugar varias reuniones de carácter internacional, los Estados Unidos se resistían a perder su protagonismo, y así lo hizo saber el Presidente Truman al declarar: “Debemos constituirnos en guardianes de esta nueva fuerza, a fin de impedir su empleo nefasto, y de dirigirla para el bien de la Humanidad [...]”.

En 1946, se presentó en las Naciones Unidas el plan norteamericano, que consistía en una liberación gradual de los secretos, fábricas y bombas nucleares, cediendo todo ello al organismo, a cambio de un control e inspección internacional.

Este control no fue bien recibido por la antigua Unión Soviética, cuyo representante, Andrei Gromiko, presentó una contrapropuesta en la que se prohibía la construcción de armas atómicas y se exigía la eliminación de las existentes a corto plazo. Después de varios años de negociaciones, este primer plan de no proliferación nuclear fue un fracaso.

En junio de 1947, nacía el Plan Marshall como una iniciativa de ayuda económica dentro de la política estadounidense de contención del control soviético, al que se vieron sometidos los Estados de Europa Central y Oriental, detrás de lo que se denominó “telón de acero”. Este plan fue el disparador histórico de la Guerra Fría en la que se sucedieron una serie de enfrentamientos entre estas dos superpotencias.

Años más tarde, los Estados Unidos construyeron varios reactores de plutonio, y en 1953, entró en funcionamiento el prototipo en tierra del reactor del Nautilus, el primer submarino nuclear.



**FOTO 6.** Submarino nuclear

Estos hechos acentuaron la tensa situación provocada por la explosión de la Bomba H soviética. La idea de crear esta bomba era hacer un gran

recipiente cilíndrico con la bomba atómica en un extremo y el combustible de hidrógeno en el otro. El estallido de la bomba atómica proporcionaría una cantidad de radiación con presión suficiente para comprimir y encender el hidrógeno.

Después de los esquemas preliminares de 1951, la bomba estuvo lista a principios de 1952, de modo que en noviembre de este mismo año, se ensayó pulverizando la Isla de Elugelab, en el Océano Pacífico. Su potencia resultó ser 700 veces superior a la de la bomba atómica de Hiroshima.

El 8 de diciembre de 1953, los Estados Unidos se dirigieron a las Naciones Unidas para denunciar el equilibrio de terror en que vivía la población mundial, advirtiendo que si Norteamérica era atacada con armas nucleares, la respuesta sería destruir al agresor de forma inmediata.

Con la intención de suavizar esta situación, se organizaron una serie de conferencias internacionales de carácter técnico sobre los usos pacíficos de la energía nuclear. En esta ocasión, las conversaciones entre los países desarrollados con un importante potencial atómico fueron un completo éxito.

Aprovechando la nueva situación, el presidente norteamericano Eisenhower expuso entonces en las Naciones Unidas su programa de cooperación internacional “Atoms for Peace”. A partir de dicho programa, se liberaron una serie de conocimientos científicos y tecnológicos que permitirían la posterior explotación comercial de la energía nuclear.

El discurso, que en diciembre de 2003 cumplió 50 años, y que fue pronunciado en un momento de guerra fría, proponía un acuerdo entre las grandes potencias para detener y reducir la fabricación de armamento nuclear y dar a conocer a toda la humanidad los conocimientos y medios materiales, especialmente los combustibles nucleares, para su uso con fines pacíficos.

Además, se favoreció la creación de organismos internacionales como el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en 1957, con sede en Viena, y la Agencia de Energía Nuclear (AEN) integrada en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), con sede en París.

No obstante, países como Reino Unido y la antigua Unión Soviética, habían comenzado ya sus investigaciones destinadas al despliegue comercial de la energía nuclear.

En 1956, los británicos inauguraron la primera central nuclear en Calder Hall, dando origen a una serie de reactores conocidos como de grafito-gas.

En 1963, General Electric fue la empresa encargada de construir una central de agua en ebullición estrictamente comercial (Oyster Creek I), lo que supuso el principio de la avalancha de solicitudes de construcción de centrales nucleares, fábricas de elementos de combustible, y la investigación de métodos de almacenamiento y pequeñas plantas de reelaboración.

En 1967, el OIEA organizó un grupo de análisis de todos aquellos problemas técnicos que pudiera contener un Tratado de No Proliferación Nuclear, que entraría en vigor en 1972.

Los países firmantes acordaron no transferir armas nucleares ni colaborar para su fabricación, y se comprometieron a establecer las salvaguardias necesarias para su cumplimiento.

Los sistemas de salvaguardias, a nivel mundial, fueron los siguientes:

- Tratado del Antártico

Firmado en Washington por 37 países, en el que se prohibía el uso de este territorio para realizar explosiones nucleares y/o eliminación de residuos radiactivos.

- Tratado de Prohibición de Pruebas de Armas Nucleares en la atmósfera y en el espacio exterior y en submarinos

Firmado en Moscú, en 1963, actuando como depositarios Estados Unidos, la antigua URSS y Reino Unido.

- Tratado de “Principios que gobiernan las actividades de los Estados en la exploración del espacio exterior”

Incluye la Luna y otros cuerpos celestes, y fue firmado en octubre de 1967, actuando como depositarios Estados Unidos, la antigua URSS y Reino Unido,

comprometiéndose a no poner en órbita terrestre o en el espacio exterior objetos con armas nucleares.

- Tratado de Prohibición de Armas Nucleares en Latinoamérica.

Firmado en Méjico en 1967.

- Tratado de No Proliferación Nuclear.

En vigor desde 1972 y prolongado en 1995 con Reino Unido, Estados Unidos y la antigua URSS como depositarios.

### **3. CONSECUENCIAS MEDIOAMBIENTALES**

Actualmente, la industria nuclear de fisión, presenta varios peligros, que por ahora no tienen una rápida solución. Estos peligros, podrían llegar a tener una gran repercusión en el medio ambiente y en los seres vivos si son liberados a la atmósfera, o vertidos sobre el medio ambiente, llegando incluso a producir la muerte, y condenar a las generaciones venideras con mutaciones... Por ello, a las centrales nucleares se les exige unas grandes medidas de seguridad, que puedan evitar estos incidentes, aunque a veces, pueden llegar a ser insuficientes (Chernobil), debido a que se intenta ahorrar dinero en la construcción, y solo se pone una seguridad mínima.

Los peligros más importantes, son entre otros, la radiación y el constante riesgo de una posible explosión nuclear, aunque este último es muy improbable con los actuales sistemas de seguridad de las centrales nucleares.

La radiactividad, es la propiedad en virtud de la cual algunos elementos que se encuentran en la naturaleza, como el Uranio, se transforman, por emisión de partículas alfa (núcleos de Helio), beta (electrones), gamma (fotones), en otros elementos nuevos, que pueden ser o no, a su vez, radiactivos. La radiactividad es por tanto, un fenómeno natural al que el hombre ha estado siempre expuesto, aunque también están las radiaciones artificiales.

Así pues, se diferencian 2 casos; radiación natural y radiación artificial.

#### **3.1. Radiación natural.**

Siempre ha existido, ya que procede de las materias existentes en todo el universo, y puede ser radiación visible (como por ejemplo la luz), o invisible (por ejemplo los rayos ultravioleta). Esta radiación, procede de las radiaciones cósmicas del espacio exterior (Sol y estrellas), pues ellos son gigantescos reactores nucleares, aunque lejanos. También proceden estas radiaciones de los elementos naturales radiactivos

(uranio, torio, radio) que existen de forma natural en el aire, agua, alimentos, o el propio cuerpo humano (potasio, carbono-14). Esta radiación natural, es del orden del 88% de la radiación total recibida por el ser humano, clasificándose de la siguiente manera:

Radiación cósmica	15 %
Radiación de alimentos, bebidas, etc.	17 %
Radiación de elementos naturales	56 %

**CUADRO 1.** Clasificación de las radiaciones naturales.

### 3.2. Radiación artificial.

Proviene de fuentes creadas por el hombre. Los televisores o los aparatos utilizados para hacer radiografías médicas son las fuentes más comunes de las que recibimos radiación artificial. La generada en las centrales nucleares, pertenece a este grupo.

El incremento de radiación que recibe una persona en un año como consecuencia del funcionamiento normal de una central nuclear, es de 1 milirem al año (1 REM = radiación de rayos gamma existente en el aire por centímetro cúbico de aire), cantidad que es 100 veces más pequeño que la radiación natural que recibimos en España. La radiación artificial total recibida por el ser humano es del orden del 12% de todas las radiaciones recibidas. Se clasifica de la siguiente manera:

Televisores y aparatos domésticos	0,2 %
Centrales nucleares	0,1 %
Radiografías médicas	11,7 %

**CUADRO 2.** Clasificación de la radiación artificial.

Como es bien sabido, la radiación de los elementos trae serias consecuencias en los seres vivos, si sobrepasan los límites anuales de radiación normal. La consecuencia más importante es la mutación en los seres vivos, ya que afecta a las generaciones tanto presentes, como futuras, y sus efectos irían desde la falta de miembros corporales y malformaciones en fetos, esterilidad,..., hasta la muerte. Por tanto, es importante que los residuos de las centrales nucleares, que son radiactivos, cumplan unas medidas de seguridad, para que no surjan posibles accidentes de fugas de radiación.

Debido a este importante factor de riesgo, las centrales nucleares, deben tener una serie de protecciones para prevenir un posible desastre, que tuviera fugas radiactivas al exterior.

#### **4. VENTAJAS.**

La energía nuclear, genera un tercio de la energía eléctrica que se produce en la Unión Europea, evitando así, la emisión de 700 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> por año a la atmósfera. Esta cifra equivale a que todos los coches que circulan por Europa, unos 200 millones, se retiren de las calles. A escala mundial, en 1.996, se evitó la emisión de 2,33 billones de toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, gracias a la energía nuclear. Por otra parte, también se evitan otras emisiones de elementos contaminantes que se generan en el uso de combustibles fósiles. Tomemos como ejemplo, la central nuclear española Santa María de Garoña, que ha evitado que se descargue a la atmósfera 90 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, 312.000 toneladas de NO<sub>x</sub>, 650.000 toneladas de SO<sub>2</sub>, así como 170.000 toneladas de cenizas, que contienen a su vez más de 5.200 toneladas de arsénico, cadmio, mercurio y plomo.

Los vertidos de las centrales nucleares al exterior, se pueden clasificar como mínimos, y proceden, en forma gaseosa de la chimenea de la central, pero se expulsan grandes cantidades de aire, y poca de radiactividad; y en forma líquida, a través del canal de descarga.

Por su bajo poder contaminante, las centrales nucleares, frenan la lluvia ácida, y la acumulación de residuos tóxicos en el medio ambiente. Como dato: una central nuclear no puede verter a la atmósfera más de 3 curios / año, según la normativa vigente (1 CURIO = 37.000 millones de desintegraciones por segundo = radiactividad de 1 gramo de Radio).

Además, se reducen el consumo de las reservas de combustibles fósiles, generando con muy poca cantidad de combustible (Uranio) muchísima mayor energía, evitando así gastos en transportes, residuos, etc.

#### **5. COMPARACIÓN CON OTRAS ENERGÍAS.**

La peligrosidad de una central nuclear es manifiesta, pero si comparamos la cantidad de energía producida por cada fuente detallada, podemos observar cómo la energía nuclear es la energía que menos muertes produce con diferencia sobre las

siguientes fuentes de generación de energía. Sorprendentemente, las renovables matan a más personas que las nucleares, por lo que el pánico nuclear y “vamos a morir todos” debemos irlo desterrando si queremos abordar el tema con objetividad y plantear una solución futura al abastecimiento de fuentes de energía.

Con las energías renovables se puede alcanzar en un futuro el autoabastecimiento energético total, sin depender de otros países. La energía nuclear, en cambio, termina vinculándonos de una u otra forma del exterior, o bien para importar uranio o para exportar posteriormente los residuos radioactivos.

Mientras tanto, la energía eólica bate nuevos récords. Hace poco tiempo, el viento produjo más electricidad que el carbón en España. De esta forma la energía eólica aportó el 24% de la energía total consumida, mientras el carbón aportó tan sólo el 14%.

Las compañías eléctricas, en principio, podrían ver en las energías renovables un negocio genial, ya que dejarían de depender de los vaivenes de precios de los combustibles fósiles, y aprovechando fenómenos naturales gratuitos como el viento, el sol, las corrientes marinas y demás, generarían la energía. Evidentemente esto supone una inversión considerable en infraestructura.

Algunos gobiernos alardean de su apoyo a las energías renovables, dicho apoyo está muy bien, pero a la hora de observar los hechos, su posicionamiento no es tan fuerte como cabría esperar en un principio. Tampoco hay que olvidar que los intereses económicos de las élites se difuminan en demasiadas ocasiones con los políticos. Los políticos generalmente están en buena sintonía con las grandes empresas

Si las personas empiezan a poner paneles solares en sus tejados, molinos de viento en sus tejados y jardines, etc., llegará un momento en el que las compañías eléctricas perderán gran parte de su negocio porque la gente se autoabastecerá.