

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Evolución de la idea de átomo en la historia

La idea de existencia de átomos se remonta al año 500 A.C. porque ya Demócrito consideraba que la materia se componía de partículas indivisibles llamadas átomos. Pero el inicio real de la teoría atómica no tuvo lugar hasta finales del siglo XIX. El primer desarrollo sobre el átomo fue el de *Dalton* en su *teoría atómica*, que se puede resumir así :

Los átomos son las partículas básicas de la materia, pequeñas esferas compactas e indivisibles que son idénticas (misma masa y propiedades) para un mismo elemento, pudiéndose agrupar átomos de distintos elementos en relaciones sencillas para formar moléculas también compactas.

J. J. Thomson, en 1897 estudiando la naturaleza de los rayos catódicos, descubrió el electrón y elaboró un nuevo modelo atómico. En su trabajo utilizó un Tubo de Rayos Catódicos, que consistía en un cilindro con dos electrodos y un orificio que permitía hacer el vacío. Se emitían una serie de descargas de distinta coloración según fuera la naturaleza del gas que había en su interior. Cuanto más cerca se encontraba del vacío se producía una fluorescencia en la parte opuesta al cátodo. Si además se colocaba un obstáculo, se veía una sombra dentro de la fluorescencia, que indicaba la existencia de unos rayos con origen catódico, por lo cual cargados negativamente. Se llamaron **rayos catódicos**.

Ánodo

Rayos Catódicos

Cátodo

Con todos estos datos *Thomson* llegó a la conclusión de que esos rayos estaban constituidos por algo universal ; así se descubrió la **primera partícula atómica; el electrón**.

Si eran partículas iguales para toda la materia, la relación entre su carga específica (e), y su masa (m) , debía ser constante . El valor que le dio a esta constante fue de $1,76 \cdot 10^8$.

Años mas tarde ,1910 , Millikan con su experimento de la gota de aceite determino la carga del electrón que era $1,602 \cdot 10^{-19}$ culombios.

Posteriormente se dieron una serie de descubrimientos que influyeron de manera decisiva en el desarrollo de modelo atómico. Entre ellos destacan :

- El descubrimiento de los rayos X.
- El descubrimiento de la Radiactividad.

1.2. El descubrimiento de los rayos X

Roentgen, en 1895, observó unas radiaciones en el tubo de rayos catódica que se originaba en la pared opuesta del cátodo, se propagaban en línea recta, producían fluorescencia en una pantalla de platino y cianuro de bario situada a cierta distancia del tubo, atravesaba distintos espesores de sustancias opacas, ennegrecían placas fotográficas y podían ionizar gases. Intentó estudiar la naturaleza de éstas radiaciones, pero no pudo explicarlas, por lo que se las denominó **Rayos X**.

1.3. El descubrimiento de la radiactividad

Béquerel, en 1896, encontró que algunos compuestos de uranio emitían radiaciones parecidas a los rayos X. Pensó que éstas sustancias emitían radiaciones cuando eran expuestas a la luz ultravioleta, Pero después comprobó que no sólo en estas circunstancias emitían radiaciones, sino que en la oscuridad también lo hacían, incluso con más intensidad.

Los esposos *Curie* comprobaron más tarde que no sólo los compuestos de uranio emitían radiaciones, sino que también compuestos como el torio, radio o polonio lo hacían con mayor intensidad. A ésta capacidad que poseían algunas sustancias se la llamó **Radiactividad**.

Se comprobó que éstas radiaciones eran de distinta naturaleza ya que, al someterlas a la acción de un campo magnético, había unas que no se desviaban, a las que llamó radiaciones α , mientras que había otras que se comportaban como un haz de electrones, y se las denominó radiaciones β .

Rutherford, discípulo de Thomson, demostró en 1903 que si se aplicaba un campo magnético lo suficientemente intenso había una parte de las radiaciones α que se desviaba, comportándose como partículas cargadas positivamente, mientras que otra parte no se desviaba. Se las llamó radiaciones α . Realizó otro experimento en el que las radiaciones α centelleaban en una pantalla tras haber atravesado una lámina de oro y varias rendijas. Este experimento sirvió para demostrar que el átomo no era macizo como hasta entonces se pensaba. *Prácticamente toda la masa estaba concentrada en un núcleo y los electrones giraban a su alrededor como un sistema planetario.*

Poco más tarde se conoció la existencia de unos átomos de igual número atómico (n° de protones) pero diferente número másico (n° de protones más n° de neutrones), se les denominó **isótopos**. Un isótopo se llama radiactivo cuando tiene un núcleo más o menos inestable (desproporción entre carga y masa por alteración en la proporción entre protones y neutrones) que tiende a pasar a otro átomo estable emitiendo radiaciones. El núcleo inestable se desintegra emitiendo partículas cargadas hasta que alcanza una nueva proporción entre neutrones y protones que sea estable. Aunque los radioisótopos naturales son poco frecuentes debido a su carácter inestable, se pueden producir átomos radiactivos en reactores nucleares bombardeando otros átomos con partículas de alta energía. De esta forma, en la actualidad se dispone de muchos elementos biológicos marcados con isótopos radiactivos.

2. CONCEPTO DE RADIACIÓN

Se denomina **radiación** al conjunto de fenómenos físicos a los que va asociado un estado de propagación: luz, rayos X, rayos infrarrojos y emisiones corpusculares debidas a la emisión de partículas por los átomos. Hasta el descubrimiento de la radiactividad no se conocían más que las radiaciones de naturaleza electromagnética, como la luz.

2.1. Tipos de radiaciones :

- Hay un tipo de **radiaciones** llamadas **ionizantes**, que son aquellas capaces de producir la ionización de los átomos o moléculas de la materia sobre la que inciden, alterando el equilibrio químico de su estructura y sus funciones, es decir, las radiaciones ionizantes afectan de forma directa a las materias sobre las que incide, al penetrar en sus estructura modificándola. Se conocen varios tipos de radiaciones ionizantes :
- Rayos X : Los rayos X son de naturaleza electromagnética, de origen artificial y provienen de la desintegración de los átomos. Tienen una longitud de onda muy corta.
- Radiación α : Proceden de la desintegración del núcleo del átomo que libera una partícula cargada positivamente y que se compone de dos protones y dos neutrones. Tienen una capacidad de

penetración baja y pueden ser frenadas con una hoja de papel.

- **Radiaciones α** : Proceden de el desprendimiento de un electrón de un átomo. Su capacidad de penetración es mayor que las radiaciones β pero pueden ser paradas por una hoja de aluminio.
- **Radiaciones γ** : Son de naturaleza electromagnética y no corpuscular como las dos anteriores. Se produce como consecuencia de la desexcitación del núcleo del átomo proveniente de una desintegración.
- Existe otro tipo de radiaciones que se clasifican en :
 - **Naturales** : Las que proceden de la transformación de los materiales radiactivos que componen la corteza terrestre, y de las radiaciones del sol que constituyen la radiación cósmica. Las radiaciones que emiten todos los elementos conforman el fondo radiactivo natural, esto quiere decir que las radiaciones forman parte de nuestro planeta desde el principio de los tiempos, incluso nuestro cuerpo posee ciertos compuestos radiactivos, como el potasio, sin los cuales nos sería difícil vivir.
 - **Artificiales** : Las radiaciones artificiales son aquellas que han sido creadas por el hombre para ser empleadas en medicina, industria , investigación etc.

3. PROTECCIÓN

La protección radiológica es una disciplina científica que tiene como finalidad la protección del hombre y el medio ambiente contra los riesgos que supone el manejo de sustancias radiactivas tanto naturales como artificiales .

La utilización de la radiactividad ha producido muchos beneficios pero también ha supuesto muchos riesgos , como la sobreexposición a los rayos X que producen alteraciones celulares del sujeto irradiado.

Las primeras normativas sobre protección radiológica fueron elaboradas en 1928 por un organismo internacional independiente de cualquier autoridad nacional o supranacional , se llamó Comisión Internacional de Protección contra los Rayos X y el radium. En los años 50 pasó a llamarse Comisión Internacional de Protección Radiológica (C. I. P. R.), que es como se la conoce actualmente.

A pesar de la creación de esta organización hasta pasada la II Guerra Mundial nos empezó a proponer una legislación en este campo. De esta manera se impuso la regulación y el control de las sustancias radiactivas naturales y artificiales y la implantación de normas legales de protección radiológica.

Actualmente está generalizada la existencia de normas muy estrictas de protección radiológica en la mayoría de los países. Normas que tienen un grado de homogeneidad ya que se siguen de forma general las normas que emite el (C. I. P. R.).

4. EFECTO BIOLÓGICO DE LA RADIACIÓN

4.1. Almacenamiento de residuos radiactivos

El almacenamiento de residuos radiactivos se basa en la interposición de una serie de barreras naturales y artificiales entre estos y el medio ambiente, de manera que estén perfectamente aislados de la biosfera durante el tiempo necesario hasta que, por desintegración, su radiactividad decaiga a niveles inocuos.

Algunos de los fenómenos más importantes que deben tenerse en cuenta en la construcción de un almacenamiento son las inundaciones y las filtraciones, los movimientos tectónicos y sísmicos, la erosión y las actividades humanas en las proximidades del emplazamiento.

Para ello se desarrolla un **sistema de barreras múltiples** que trata de interponer una serie de impedimentos

entre los residuos y el medio natural.

- Barrera físico-química : Está formada por el acondicionamiento de los residuos.
- Barrera de ingeniería : Está constituida por las estructuras de almacenamiento.
- Barrera geológica : La proporciona la propia formación geológica de la corteza terrestre en la que almacenan los residuos.

Además de el sistema de barreras se establece un control de la seguridad de las instalaciones basado en un plan de medidas de vigilancia.

4.2. Seguridad de los sistemas de almacenamiento

La seguridad de los sistemas de almacenamiento de los residuos radiactivos está avalado por el cumplimiento de criterios radiológicos que se exigen para este tipo de instalaciones, estableciéndose unos valores muy bajos como límite de los impactos potenciales sobre el hombre y el medio.

La seguridad indicada se debe demostrar mediante un análisis riguroso que afecta e incluye a todos los componentes del sistema de almacenamiento. (Tipo de residuo y contenedor en el que se introduce, barreras tecnológicas del almacenamiento, barreras geológicas del almacenamiento y la biosfera o medio ambiente).

Este análisis tiene como objetivo el de estudiar todos los fenómenos que podrían provocar la emisión de radionúclidos al medio ambiente y calcular sus efectos sobre el sistema de almacenamiento y de las consecuencias radiológicas para las personas y el propio medio. Para llevarlo a cabo se requiere un estudio profundo y riguroso de ese sistema de almacenamiento y su entorno.

El Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental se centra en vigilar sistemáticamente, desde el tiempo de almacenamiento hasta el sellado y cierre de la instalación, el nivel radiactivo de distintos componentes medioambientales y del ecosistema en el que se encuentra la instalación. Con estas medidas se controlan las condiciones del emplazamiento asegurando que la instalación no afecta a su entorno, a la vez que permite detectar y corregir cualquier eventual alteración.

5. APLICACIONES DE LA RADIACIÓN A LA MEDICINA

La historia de la medicina nuclear es relativamente corta, unos 45 años, pero actualmente cuenta con numerosas técnicas de aplicación.

El empleo de radioisótopos en medicina ha permitido lograr un mejor conocimiento de la anatomía humana y de las patologías que la afectan.

Los isótopos radiactivos se pueden utilizar con fines ;

- diagnósticos : se utilizan isótopos en pruebas sobre pacientes, a los que se administran dosis de sustancia radiactivas de rápida eliminación. Estas sustancias son seguidas desde el exterior del organismo por medio de equipos preparados. Se utilizan isótopos radiactivos para estudio de neoplasias, en exploraciones glandulares, de los aparatos que componen el cuerpo humano.
- terapéuticos : las radiaciones ionizantes se utilizan para destruir tejidos malignos.

Otra utilidad médica de las sustancias radiactivas es su empleo en la realización de análisis en laboratorio. En ningún momento se aplican sobre pacientes, sino sobre muestras biológicas de los mismos.

6. RESIDUOS RADIATIVOS : El problema del uso de la radiación.

Toda actividad humana genera residuos en mayor o menor medida. El empleo de isótopos radiactivos en tratamientos médicos, procesos industriales, trabajos de investigación o en la producción de energía produce también residuos que se caracterizan por ser radiactivos.

Los residuos radiactivos son materiales u objetos para los que ya no se prevé ningún uso, que contienen o están contaminados por elementos radiactivos, en cantidades superiores a los límites establecidos al respecto. Se clasifican en base a dos factores principales :

- La duración de su actividad :
- De vida corta : Pierden la mitad de su actividad en menos de 30 años.
- De vida larga : Tardan más de 30 años en perder la mitad de su actividad.
- La intensidad de su actividad :
- Alta actividad : Desprenden calor y su actividad supera determinados límites.
- Baja y media actividad : Tienen una actividad por debajo de un nivel determinado por la práctica internacional.