

Emergencia radiactiva: una mirada química al accidente de Goiania

Martín Caldera Villalobos^{1*}

¹ Universidad Americana del Noreste.

*Área de Estudio: Química de materiales e Historia de la química *Contacto: 104962@uane.mx, martincalderavillalobos@gmail.com



1. Una tragedia que llegó a Netflix

¿Cómo puede un puñado de polvo blanco poner en crisis a una ciudad entera? Algunas de las tragedias tecnológicas más graves del siglo XX comenzaron con un material aparentemente inofensivo. Sin embargo, un polvo blanco puede ser el inicio de un accidente radiológico.

La miniserie brasileña *Emergencia Radiactiva*, estrenada recientemente por Netflix, ofrece una oportunidad para explorar los acontecimientos ocurridos en 1987 en la ciudad de Goiania donde la dispersión accidental de cesio radiactivo en varios puntos de la ciudad desató un caos sin precedentes.

La historia comienza con dos jóvenes internándose en el edificio abandonado de una antigua clínica de radioterapia, donde han encontrado un objeto metálico sumamente pesado. Días después de haberlo vendido a una chatarrería, empiezan a sufrir náuseas, vómitos, caída de cabello y quemaduras en la piel. Paralelamente, la familia y empleados del chatarrero padecen los mismos síntomas y han empezado a ser hospitalizados.

El médico que los atiende sospecha que sufren el síndrome de radiación aguda. La causa parece ser el objeto llevado a la chatarrería y un polvo blanco que estaba en su interior.

Para disipar sus dudas se pone en contacto con Marcio, un joven físico nuclear que con escepticismo acepta hacer algunas mediciones para comprobar si el objeto misterioso era fuente de radiación. Lo que descubre es devastador, el objeto de la chatarrería es altamente radiactivo y todos se encuentran expuestos a un grave peligro.

Este hallazgo desencadena la trama de la serie y a partir de ahí nos muestra varias historias que se entrelazan: los científicos que intentan contener la crisis, los pacientes que intentan sobrevivir, los médicos que luchan por salvar vidas y los gobernantes que desean proteger su reputación.

De este modo, en *Emergencia Radiactiva* observamos las tensiones que se generan entre la ciencia y los diferentes grupos de interés que la rodean, revelando que desafortunadamente, la ciencia se percibe como un agente que no es confiable cuando no nos proporciona respuestas fáciles o soluciones cómodas.

La narración de los sucesos se presenta principalmente a través de la visión de los físicos nucleares que intentan contener el problema de contaminación radiológica y también a través de la experiencia de los médicos que trataban de preservar la vida de los afectados.

La serie logra explicar de forma clara y simple el origen de la radiación y sus efectos. Sin embargo, algo que no se menciona es que el accidente comenzó siendo un problema físico, pero conforme el cesio radiactivo salió de su cápsula protectora, se transformó progresivamente en un problema químico.

¿Qué hacía que un pequeño polvo blanco pudiera contaminar una ciudad entera? La respuesta no se encuentra únicamente en la física nuclear, sino también en las propiedades químicas del compuesto que contenía el radionúclido.

2. ¿Cómo está hecha una fuente de radiación?

Para comprender cómo inició el accidente radiológico vale la pena estudiar cómo está construida una fuente radiológica. La estructura fundamental tiene tres componentes: el núcleo, la cápsula de contención y el blindaje.

El núcleo es el corazón de la fuente por ser el material radiactivo, en este caso cesio-137. La cápsula de contención es un contenedor metálico, hecho típicamente con acero inoxidable, que almacena el radionúclido y que mantiene la integridad de la fuente. Esta se encuentra cubierta por el blindaje que es un contenedor fabricado con materiales de alta densidad como el plomo y que evita fugas de radiación cuando la fuente no está en uso.

Lo que encontraron los jóvenes recolectores era en realidad la fuente que no representaba un peligro hasta el momento que fue abierta. Al romper el blindaje la radiación pudo escapar sin control. La capacidad de penetración de la radiación emitida es tan alta que puede atravesar incluso los muros de un hogar. Sólo puede frenarse al pasar por un material muy denso como el plomo siempre y cuando tenga un espesor suficientemente alto. Además, al abrir la cápsula de contención el material radiactivo quedó expuesto pudiendo dispersarse sin control.

3. ¿Qué era realmente el cesio-137?

El cesio es un elemento químico con número atómico 55 y una masa atómica promedio de 132.91 uma. Pertenece a la familia de los metales alcalinos y se encuentra en el sexto periodo. En la naturaleza sólo existe un isótopo, el cesio-133, el cual es estable. Sin embargo, existen varios isótopos artificiales e inestables siendo el cesio-137 el más destacado por su aplicación en radioterapia contra ciertos tipos de cáncer.

El cesio-137 se obtiene como subproducto de procesos de fisión nuclear. Tiene una semivida de 30.15 años y es un emisor de partículas beta y gamma, ambas son formas de radiación ionizante por lo cual se consideran altamente peligrosas.

Las fuentes usadas en radioterapia no contienen en su interior cesio metálico, ya que este elemento es altamente reactivo. En su lugar se emplean sales de este elemento siendo el cloruro de cesio-137 la más común, que es el polvo que se encontraba dentro del cabezal vendido en la chatarrería. Este compuesto es un sólido cristalino, inodoro e incoloro que a simple vista puede confundirse con la sal común.

Al igual que otras sales de los metales alcalinos, el cloruro de cesio es altamente soluble en agua (> 1000 g/L). Desde un punto de vista químico, la elevada solubilidad del cloruro de cesio explica por qué pequeñas cantidades podían redistribuirse mediante el sudor, el agua utilizada para lavar ropa o utensilios, e incluso infiltrarse en materiales porosos.

Cuando una persona toca, inhala o ingiere cloruro de cesio este compuesto entra a la sangre y es transportado a todo el cuerpo. El cesio es muy semejante al potasio por lo cual puede atravesar con facilidad la membrana celular y participar en los mecanismos de equilibrio de cargas entre el interior y exterior de las células. De esta forma, el cesio-137 permanece irradiando continuamente a las personas desde el interior y es otra razón por la cual es tan peligroso.

El cesio en la sangre es filtrado por los riñones y se elimina principalmente a través de la orina, aunque también se puede excretar mediante el sudor y las heces. Estos mecanismos de excreción son retratados en la serie donde vemos que a los pacientes contaminados se les pedía hacer ejercicio cardiovascular para favorecer la sudoración y así comenzar a desintoxicarlos.

Otra estrategia que se muestra es la administración de cápsulas de azul de Prusia, el cual es un medicamento que favorece la excreción a través de las heces. Este compuesto actúa como una esponja o trampa molecular que captura el cesio radiactivo y evita que sea reabsorbido en el intestino y deje de entrar al torrente sanguíneo.

4. El brillo azul que despertó la curiosidad

Una propiedad que llamó la atención de las personas que tuvieron contacto directo con el cloruro de cesio-137, fue un intenso brillo azul que se desprendía de él. No se trataba de simple luminiscencia, sino del efecto Cherenkov.

Cuando una partícula cargada viaja a alta velocidad en un medio como el aire o el agua, puede hacer que las moléculas del medio se exciten y una vez que se relajan emiten fotones. Pero, si la partícula cargada viaja a una velocidad superior a la velocidad de la luz en el medio, las emisiones de fotones interactúan coherentemente dando lugar a un cono de luz. Por analogía, el efecto Cherenkov es equivalente a una onda de choque que se produce cuando un objeto supera la velocidad de propagación del sonido en un medio.

Los habitantes de Goiania observaron el efecto Cherenkov sin saber que se trataba de la manifestación de una emisión extrema de radiación ionizante. Por el contrario, lo percibieron como un efecto decorativo que los incentivó a llevarlo a casa de amigos y familiares para mostrarlo y compartirlo. Este fue uno de los factores que agravó la dispersión del material radiactivo y que aumentó el impacto de la contaminación.

5. Cuando la contaminación se comporta como una sustancia química

Ya hemos mencionado que el cesio-137 es altamente soluble en agua. Esto permite que pueda ser fácilmente arrastrado por el agua contaminando drenajes, pozos, arroyos y otros cuerpos de agua. Esta es la causa de otro de los grandes problemas mostrados en la serie.

Además, es la razón por la cual los desechos biológicos de los pacientes contaminados, como la orina y las heces, no podían ingresar al drenaje de la ciudad y debían tratarse como desechos radiactivos.

Otro factor clave es que el cloruro de cesio usado en las máquinas de radioterapia se encuentra como un polvo fino que puede dispersarse fácilmente a través del aire y mediante el contacto directo entre personas y objetos contaminados, aumentando el radio de la contaminación.

Estos problemas asociados a la movilidad del cesio-137 pueden analizarse como problemas de química ambiental o química de superficies y no solamente como una cuestión de física nuclear.

Quizá este aspecto no está representado de forma explícita en la serie, pero los problemas de contaminación ambiental son una fuente de conflicto recurrente a lo largo de la historia.

6. ¿Qué hacen los químicos durante una emergencia radiológica?

En un caso como el que estamos analizando, una de las tareas más importantes que puede realizar un químico es el análisis cuantitativo, pues determina de forma precisa la concentración de material radiactivo presente en un medio.

En la serie podemos observar dos aplicaciones específicas de esta tarea. Primero, el análisis de orina que ayudó a saber en qué grado se encontraba contaminado el organismo de las víctimas, lo cual fue un factor clave para ajustar los tratamientos médicos. En la segunda, el análisis cuantitativo ayudó a conocer si había contaminación radiactiva en los cuerpos de agua de la ciudad.

Los químicos son profesionales muy necesarios en medio de una emergencia radiológica, también pueden colaborar en la identificación

de radionúclidos, en el monitoreo ambiental, en el tratamiento de superficies, en la caracterización y gestión de residuos y en el diseño de estrategias de descontaminación.

7. La química de la descontaminación

En *Emergencia Radiactiva* la tarea de descontaminar los espacios se representa principalmente a través de la recolección de objetos contaminados que se colocan en bolsas y barriles sellados. Sin embargo, este proceso es más complejo ya que no basta con remover los contaminantes. También hay que aislar los materiales, inmovilizar y gestionar los residuos.

Quizá este último aspecto es uno de los temas que provoca más tensión dentro de la historia, pues genera múltiples discusiones sobre cómo transportar y dónde hacer la disposición final de los desechos.

Además, otra escena que llama especialmente la atención es una ducha con ácido acético diluido que se administra a las personas altamente contaminadas una vez que inicia el proceso de confinamiento.

8. Reflexión final

Para nosotros es importante comprender que, aunque la serie presenta la tragedia como un accidente radiológico, la propagación, detección y remediación del cesio-137 fueron también problemas profundamente químicos.

El accidente de Goiania marcó un antes y un después en la forma en que se gestionan las fuentes radiactivas en numerosos países. Más allá de sus consecuencias inmediatas, también impulsó el desarrollo de protocolos analíticos, estrategias de descontaminación y regulaciones que hoy forman parte de la práctica cotidiana de la radioquímica y la protección radiológica.