

## Una mirada a la aplicación de modelos matemáticos en Irradiación Nuclear

### Qué es un modelo matemático

Un modelo matemático es la descripción de una situación real por medio de ecuaciones matemáticas. El modelo debe ser construido y verificado antes de ser usado. Para construir el modelo se deben identificar los procesos que intervienen lo suficientemente bien para poder describirlos adecuadamente con las expresiones matemáticas que se proponen. Para su verificación se lo usa en la simulación de la situación real que debe reproducir.

Un modelo verificado y terminado sirve para estudiar o predecir el comportamiento de un sistema complejo que es difícil de observar o reproducir en la realidad, con la ventaja de que el mismo permite elegir condiciones hipotéticas en el sistema que se simula.

Cuanto más se acerca a la realidad, el modelo se vuelve más complejo y se hace necesario introducir supuestos y simplificaciones que influirán en el grado de coincidencia entre los resultados del modelo y los valores de las observaciones reales. Su construcción y verificación sirven para comprender los procesos que intervienen, su interrelación y cuán adecuados son los supuestos y parámetros elegidos.

### Un caso de aplicación de un modelo en la irradiación de origen nuclear.

Un caso de modelos construidos para una situación particular son los modelos desarrollados para simular los procesos de irradiación en la **Planta de Irradiación Semi Industrial (PISI)**<sup>1</sup>. La PISI brinda servicios de irradiación con fuentes radiactivas de cobalto-60; estas fuentes radiactivas son cilíndricas y están dispuestas formando un irradiador plano ubicado verticalmente. El efecto de la irradiación en los productos expuestos se cuantifica con la **dosis absorbida** (cantidad de energía depositada por unidad de masa). La dosis que debe recibir un producto se fija según los efectos

(1) PISI: Ubicada en el Centro Atómico Ezeiza de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) es una instalación multipropósito con fuentes radiactivas de cobalto 60 que brinda, desde comienzos de la década del '70, servicios de irradiación para productos y materias primas en escala comercial o precomercial, además presta servicio de irradiación a los laboratorios de investigación de dicho Centro Atómico. La tecnología de irradiación ionizante se emplea para esterilizar y eliminar agentes patógenos, conservar alimentos, desinsectizar, inhibir el crecimiento de brotes, descontaminar y otros. Su actividad usual es de 600.000 curies, pero está diseñada para una actividad máxima de 1.000.000 curies.

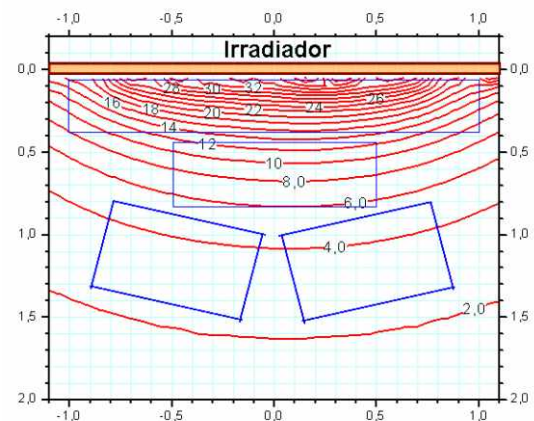
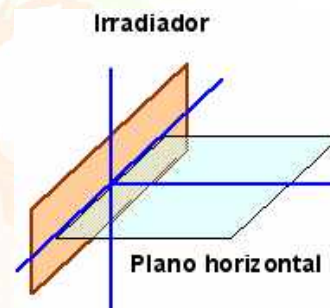


Autor:  
 Dra. Josefina  
 Mangussi

Doctora en Física (Instituto Balseiro)  
 Docente en la Universidad Nacional de Tucumán  
 Docente en la Universidad Tecnológica Nacional  
 Desde 1996 trabaja en modelos sobre irradiación gamma

que se deseen después del proceso de irradiación, por ejemplo: esterilización, desinfección, conservación de alimentos, etc. Los procesos de irradiación se realizan en el recinto de irradiación, cuya seguridad está garantizada por blindajes constructivos. La magnitud relevante para evaluar un proceso es la **tasa de dosis** (dosis absorbida por unidad de tiempo).

La tasa de dosis sobre el plano horizontal a media altura del irradiador se puede presentar como un mapa de **líneas de isodosis** (cada línea corresponde a puntos del plano donde se recibe la misma tasa de dosis). Sobre este mapa pueden ubi-



carse los soportes para el producto (por ejemplo, mesas) o los transportadores del producto que se mueve. Las líneas de isodosis cercanas al irradiador aparecen como quebradas o sinuosas mientras que las más lejanas son más suaves. Las sinuosidades de las curvas de isodosis cerca del irradiador se deben a que las fuentes radiactivas en él no son todas iguales y el efecto de cada una es importante, mientras que lejos del irradiador los efectos de las fuentes distintas se compensan.

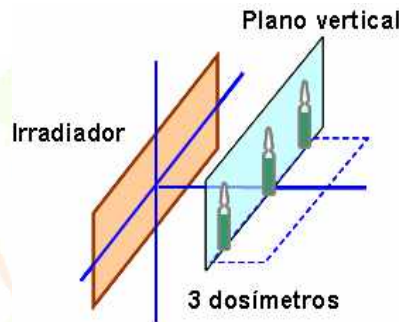
Un mapa como el anterior sobre el plano horizontal se obtiene con los modelos que calculan la tasa de dosis en el recinto de irradiación, referida al agua, y la presentan como "mapas" sobre los planos de interés. Un "mapa" de tasa de dosis consiste en presentar, sobre un plano real con dimensiones espaciales a escala las líneas de isodosis.

Los modelos desarrollados parten de la distribución real de las fuentes radiactivas en el irradiador y calculan la tasa de dosis en el recinto de irradiación. Para optimizar los procesos de irradiación resulta conveniente disponer, además del mapa de tasa de dosis sobre el plano horizontal, de los mapas de tasas de dosis correspondientes a los planos verticales paralelos al irradiador cerca y lejos de él.

un mapa vertical cercano al irradiador mientras que, en un plano vertical lejos del mismo, el mapa se suaviza. La ubicación y cuantificación de estas islas de isodosis es importante en la planificación del proceso de irradiación cuando se desea que la dosis absorbida por el producto sea aproximadamente la misma en todos sus puntos.

**Lo que puede reconocer el modelo.**

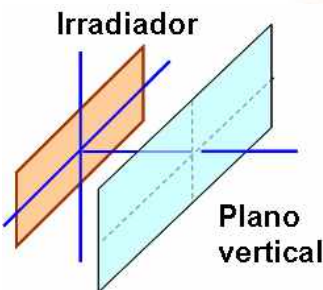
Como se dijo, los modelos calculan la tasa de dosis en el aire del recinto de irradiación; si en el recinto hay un objeto dentro de la zona de cálculo, el modelo debería "verlo". Por ejemplo en una dosimetría de rutina en la PISI se colocan dosímetros de transferencia (ampollas de vidrio con una solución acuosa específica) sobre una mesa a media altura del irradiador. Esta es una experiencia controlada cuyos resultados



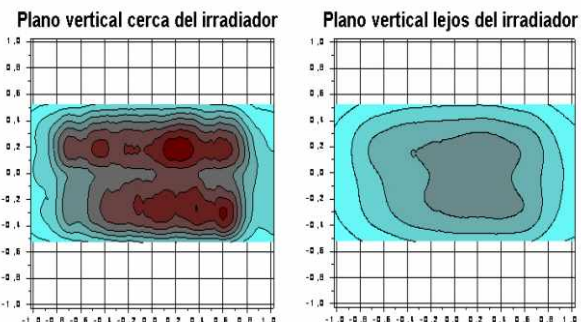
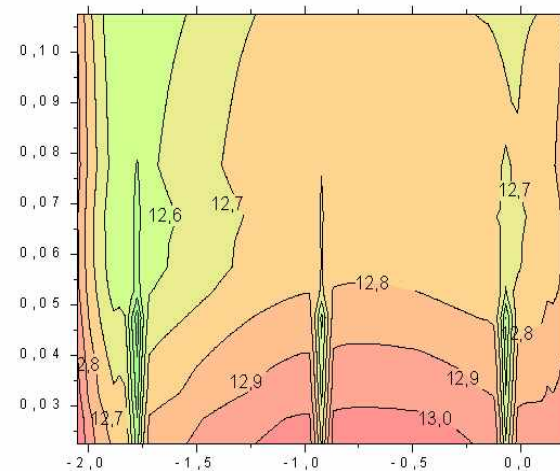
debería "verlo". Por ejemplo en una dosimetría de rutina en la PISI se colocan dosímetros de transferencia (ampollas de vidrio con una solución acuosa específica) sobre una mesa a media altura del irradiador. Esta es una experiencia controlada cuyos resultados

debería "verlo". Por ejemplo en una dosimetría de rutina en la PISI se colocan dosímetros de transferencia (ampollas de vidrio con una solución acuosa específica) sobre una mesa a media altura del irradiador. Esta es una experiencia controlada cuyos resultados

**Lo que muestran los planos verticales.**



Si el producto a irradiar tiene un tamaño grande la distribución de la tasa de dosis en un plano vertical es importante porque el efecto del irradiador formado por fuentes radiactivas distintas se observa como islas de isodosis en



experimentales pueden ser usados para verificar el modelo. Los dosímetros que estén en el mismo plano vertical paralelo al irradiador deberían modificar lo suficiente las líneas de isodosis en aire para ser identificados y eso es lo que se ve en el mapa correspondiente a un plano vertical de líneas de isodosis calculadas con el modelo.

