

# CAPÍTULO 8

## Protección radiológica del paciente

*Gustavo Sánchez*

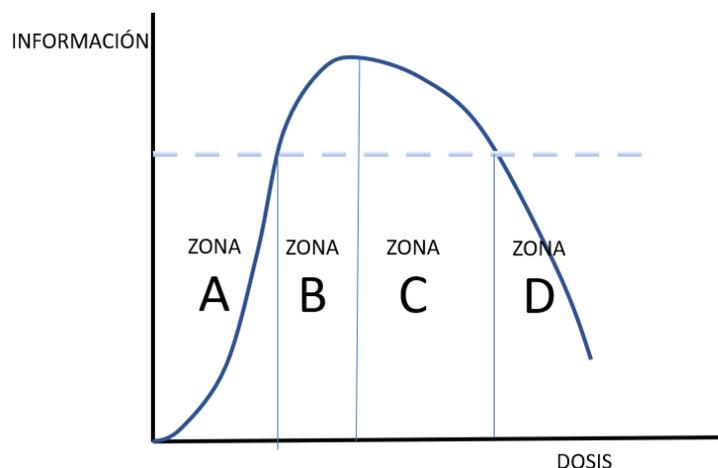
### Introducción

Los criterios para la exposición de los trabajadores y del público requieren que las dosis individuales sean tan bajas como sea razonable, respetando los límites y restricciones de dosis aplicables.

En el caso de la exposición médica de los pacientes esto no es así: este es el único caso en que el beneficio de usar la radiación y conjunto de efectos negativos que esta produce (detrimento) recaen en el mismo individuo. De esta manera, si reducimos mucho la dosis, estaremos afectando el resultado buscado, ya sea una información con valor diagnóstico o un efecto terapéutico.

En la Figura 8.1, se muestra la relación entre la dosis que recibe el paciente y la información de valor diagnóstico que se obtiene en consecuencia. Será necesaria cierta dosis para lograr una información útil. Luego, los sistemas van saturando, por lo que la información se reduce con el aumento de la dosis. Se observa claramente que existe un rango de dosis ÓPTIMO, que es el que ofrece la mejor relación entre la información que proveerá el estudio y dosis requerida para ello.

**Figura 8.1.** Forma general de la relación entre la Información Diagnóstica y la dosis en radiodiagnóstico.



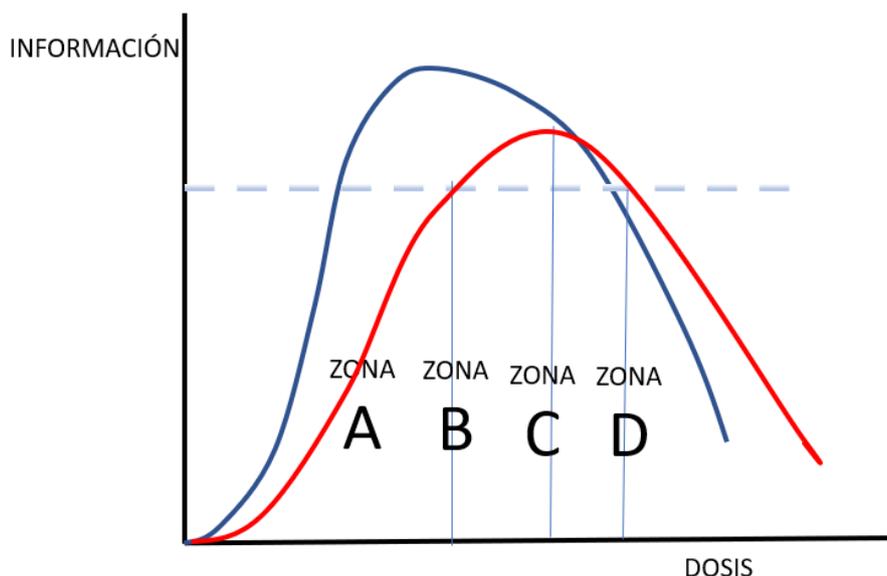
*Nota.* La altura de la línea de trazos indica la información mínima que debe brindar el estudio para lograr un diagnóstico. Este valor depende no sólo del equipo sino de la capacidad del observador. Fuente: elaboración propia

En la Figura 8.1 observamos las siguientes zonas:

- Zona A: la información no es suficiente. La práctica **no está justificada** porque el beneficio es **cero**.
- Zona B: es la **óptima**, ya que se obtiene una información de valor diagnóstico con la menor dosis “útil”.
- Zona C: es **sub óptima**, ya que si bien la información es suficiente la dosis requerida es innecesariamente alta.
- Zona D: es **la peor situación**, pues no brinda información útil y la dosis es MUY alta.

En un equipo más antiguo, con un mantenimiento defectuoso o mal calibrado, la curva se achata (menor información) y se desplaza a la derecha (se necesita más dosis), tal como se muestra en la Figura 8.2.

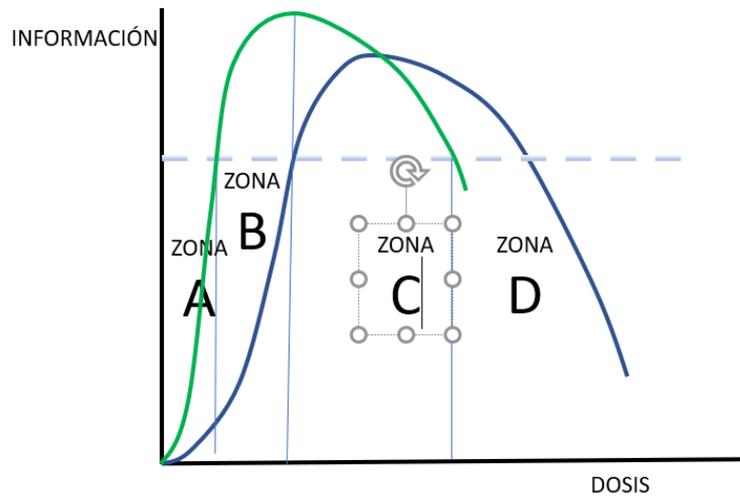
**Figura 8.2.** Relación entre la Información Diagnóstica y la dosis en un Sistema de diagnóstico deficiente.



*Nota.* La curva roja describe qué ocurre con un sistema deficiente, ya sea por obsolescencia, mal mantenimiento o uso incorrecto: la información que brinda el estudio es menor y se requieren dosis mayores. Fuente: elaboración propia

Asimismo, en un sistema de diagnóstico mejorado (equipo moderno, bien mantenido y calibrado) ocurre lo contrario: se obtiene más información con menor dosis. (Véase la Figura 8.3)

**Figura 8.3.** Relación entre la Información Diagnóstica y la dosis en un Sistema de diagnóstico mejorado.

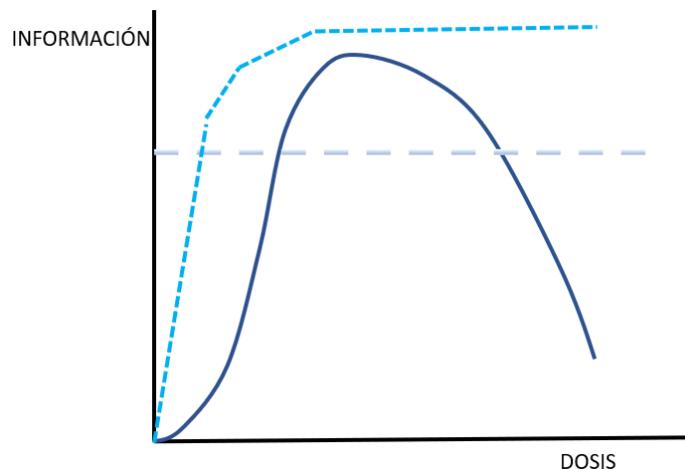


*Nota.* En un sistema de diagnóstico mejorado (curva verde) se obtiene más información con menos dosis. Fuente: elaboración propia.

La aparición de los equipos digitales trajo grandes beneficios, pero también algunos problemas nuevos. Efectivamente, con estos equipos se obtiene mucha información con dosis menores que en los equipos analógicos, pero hay dos aspectos a considerar que pueden llevar a una situación sub óptima: la calidad de las imágenes sigue siendo buena aun con dosis muy superiores a las mínimas necesarias (se alarga la ZONA III) y además es fácil y relativamente económico tomar más imágenes que las necesarias.

Esto requiere contar con protocolos específicos, que pueden incluir sistemas de monitoreo de dosis (*software* y *hardware*), con personal capacitado y entrenado e implementando adecuadamente la cultura de la protección radiológica, como se observa en el Figura 8.4:

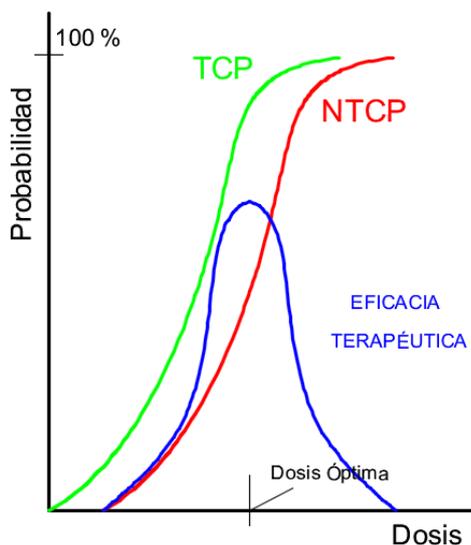
**Figura 8.4.** Información Diagnóstica vs Dosis en Radiología digital.



*Nota.* El gráfico muestra que la radiología digital (curva de trazos celeste) brinda mucha información con poca dosis. Pero como contrapartida, la imagen será buena aun con una dosis innecesariamente alta (Se extiende la ZONA "C") Fuente: elaboración propia

Algo similar ocurre en radioterapia, donde una dosis por debajo de la ÓPTIMA reduce el efecto terapéutico, mientras que, si la dosis es superior, puede generar efectos secundarios inaceptables (véase la Figura 8.5):

**Figura 8.5.** Relación entre Probabilidad de Control Tumoral TCP (“Beneficio”) y Probabilidad de Control de los Tejidos Normales NTCP (“Costo”) en función de la dosis en Radioterapia.



Fuente: Elaboración propia basado en Hall (2000).

Como se advierte, tanto para diagnóstico como para terapia, el criterio más importante es el de **optimización**, aunque en este caso la dosis entregada no debe ser la menor razonablemente posible sino la más adecuada para obtener el objetivo deseado (diagnóstico o terapéutico). Pero, ante todo, cualquier práctica médica que implique la exposición de un paciente debe estar justificada.

## Aspectos particulares de la protección radiológica en medicina

La protección radiológica del paciente tiene algunos aspectos particulares que no se aplican en la exposición ocupacional ni del público. Se detallan en el Capítulo 6 de ICRP (2011), “Protección Radiológica en Medicina” y los resumimos a continuación:

- Exposición deliberada: el beneficio diagnóstico o terapéutico se obtiene merced a la exposición del paciente.
- Exposición voluntaria: el ICRP propone que siempre que se expone a un paciente se necesita **algún grado de consentimiento**, que puede ir desde un simple acuerdo verbal hasta un consentimiento escrito formal (necesario para todas las prácticas de radioterapia, donde casi siempre se producirán efectos secundarios aceptables).
- Cribado (*screening*) médico de pacientes asintomáticos: sobre la base de un **beneficio colectivo** puede ser aceptable exponer a pacientes asintomáticos a ciertos estudios con

radiación. El mejor ejemplo es la *mamografía*: eligiendo cuidadosamente la población a examinar (por ejemplo: mujeres a partir de cierta edad) es mayor el beneficio en término de vidas salvadas por detección temprana que el número de neoplasias que podría generar la práctica (detrimento).

- Terapia con radiación: a diferencia del radiodiagnóstico, donde la dosis que se entrega al paciente debe ser la menor posible para obtener la información necesaria, en terapia con radiación el objetivo terapéutico se obtiene como consecuencia directa de exponer al paciente a la radiación.
- Manejo de la dosis de radiación: parte de la optimización de las prácticas diagnósticas, terapéuticas e intervencionistas consiste en medir, registrar y evaluar ciertas magnitudes relacionadas con la exposición del paciente.
- Datos demográficos de la población de pacientes: En capítulos anteriores dijimos que el riesgo de efectos estocásticos es proporcional a la Dosis Efectiva; también que el ICRP calculó el riesgo por unidad de Dosis Efectivas promediado para distintos grupos de edades (0 a 90 años para el Público, 18 a 65 años para los trabajadores). Estos factores no se aplican a los pacientes, ya que la distribución de edades (datos demográficos) es distinta. Conclusión: **no es posible estimar el riesgo para un paciente a partir del conocimiento de la dosis efectiva.**
- Rango de detrimentos por la utilización de la radiación en medicina: el rango de detrimentos para la salud del paciente es muy amplia siendo mínimo para, por ejemplo, una radiografía de tórax y muy alto para ciertos procedimientos terapéuticos o intervencionistas. El manejo de este problema es parte fundamental del trabajo de los profesionales intervinientes (médicos, técnicos, ingenieros, etc.).

## Justificación de la protección radiológica en medicina

El criterio de JUSTIFICACIÓN de una práctica médica se aplica en tres niveles, descriptos en el Capítulo 8 de ICRP (2007):

- En el primer y más general de los niveles, el uso apropiado de la radiación en medicina es aceptado ya que es más beneficioso que dañino para la sociedad. Este nivel general de la justificación actualmente es dado por sentado y no se tratará más de aquí en adelante.
- En el segundo nivel, un procedimiento específico con un objetivo concreto es definido y justificado (p. ej. radiografía de tórax para los pacientes que muestran síntomas pertinentes o un grupo de individuos en riesgo debido a una condición que puede ser detectada y tratada). El objetivo del segundo nivel de justificación es juzgar si el procedimiento radiológico mejorará el

diagnóstico o el tratamiento, o proporcionará la información necesaria acerca de los individuos expuestos.

- En el tercer nivel, la aplicación del procedimiento a un paciente individual debería estar justificada (es decir, debería dictaminarse que la aplicación particular es más beneficiosa que dañina para el paciente individual). En consecuencia, todas las exposiciones médicas individuales deberían ser justificadas por adelantado, teniendo en cuenta los objetivos específicos de la exposición y las características del individuo involucrado. (ICRP, 2007, p. 33)

## Guía para médicos prescriptores

Sin embargo, existe una innegable complicación en la justificación de estas prácticas médicas: el médico que prescribe un estudio no es casi nunca un profesional con conocimientos de protección radiológica. Por lo tanto, no está capacitado para evaluar la justificación o no de la práctica que prescribe. Por ese motivo, el ICRP elaboró una “Guía de Apoyo para Médicos Prescriptores” (ICRP 2001) donde en forma sencilla da algunas pautas para ayudar a la correcta indicación de los estudios radiológicos. Esta Guía fue traducida y publicada conjuntamente por la Sociedad Argentina de Radiología y la Sociedad Argentina de Radioprotección bajo el título “Guía de Recomendaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen” (SAR, s/f).

En dicha Guía, se ofrecen algunas recomendaciones generales en un lenguaje sencillo tanto para profesionales como para pacientes. A modo de ejemplo, veamos algunas preguntas concretas que facilitan la comprensión: ¿A cuántas radiografías de tórax equivale el estudio que se va a realizar? O ¿A cuántos días de exposición a la radiación natural? Luego se clasifican los estudios diagnósticos en cinco rangos de dosis, comenzando con las que no utilizan radiación ionizante (NIVEL 0: ecografía, RMN) hasta las que generan una dosis efectiva mayor a 10 mSv (NIVEL IV, como algunos estudios PET). El resto del documento (páginas 16 a 133) indica para cada problema clínico cuáles son los estudios recomendados y su correspondiente nivel de dosis.

## Prevención de accidentes

Existe una amplia casuística de eventos ocurridos en actividades médicas con fuentes de radiación que tuvieron consecuencias muy diversas sobre los profesionales, pero fundamentalmente sobre los pacientes.

Errores, administración equivocada de dosis (sobredosis y sub dosis), eventos anormales, mala praxis, discrepancias, eventos adversos, incidentes y accidentes son aspectos diferentes de los EVENTOS NO DESEADOS que pueden ocurrir. Trataremos este tema en un capítulo 11

(Radioterapia), analizando eventos ocurridos, sus causas y consecuencias, así como las diferentes estrategias para afrontar este tema crítico.

En este apartado, vale simplemente recordar la “Curva Resumen” del Capítulo 4 “Implementación práctica de los criterios básicos”:

- Siempre hay que tener presentes las medidas para prevenir, detectar y corregir situaciones anormales.
- Esas medidas se basan en Procedimientos Operativos y Sistemas de Seguridad.
- Es FUNDAMENTAL que exista un programa de calidad que incluya:
  - Control de funcionamiento y correcto mantenimiento preventivo y correctivo del equipamiento médico y de protección radiológica.
  - Entrenamiento y reentrenamiento del personal crítico (Médicos, Técnicos, etc.).
  - Ensayo y revisión de los procedimientos operativos.

## Llamado De Bonn A La Acción

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) celebró la “Conferencia Internacional de Protección Radiológica en Medicina: Estableciendo el Escenario para la Próxima Década” en Bonn, Alemania, en diciembre de 2012, con el propósito específico de identificar y destacar temas surgidos de la protección radiológica en medicina. La conferencia fue copatrocinada por la Organización Mundial de la Salud (OMS); el anfitrión fue el Gobierno de Alemania a través del Ministerio de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear. Concurrieron 536 participantes y observadores de 77 países y 16 organizaciones. Un importante logro de la conferencia fue la identificación de responsabilidades y una propuesta de prioridades en la protección radiológica en medicina para la década siguiente, destinada a las partes interesadas (*stakeholders*): personas, instituciones o empresas que tienen alguna incumbencia en la protección radiológica de los pacientes. Entidades médicas (Hospitales, Clínicas, Sanatorios), Profesionales de la Salud, Organismos Reguladores, Asociaciones Profesionales, Fabricantes de Equipos, Ingenieros y empresas de mantenimiento, etc. Este resultado específico es el Llamado de Bonn a la Acción:

No hay duda de que la aplicación de la radiación ionizante y del material radiactivo en procedimientos de diagnóstico, intervencionismo y terapéuticos en medicina es beneficioso para millones de personas cada año. Sin embargo, el empleo de la radiación en medicina tiene que involucrar un cuidadoso equilibrio entre los beneficios de mejorar la salud humana y el bienestar, y los riesgos relacionados con la exposición de las personas a la radiación. Existe la necesidad de un enfoque holístico que incluya la colaboración de los gobiernos nacionales, la sociedad civil, los organismos internacionales, los investigadores,

los educadores, y las asociaciones e instituciones profesionales a fin de identificar, proponer e implementar soluciones para abordar los desafíos existentes y emergentes; y el liderazgo, la armonización y coordinación de actividades y procedimientos a nivel internacional (SAR, 2016).

Los objetivos del Llamado de Bonn a la Acción son:

- a) reforzar la protección radiológica de todos los pacientes y trabajadores de la salud;
- b) lograr el mayor beneficio con el menor riesgo posible para todos los pacientes mediante el uso apropiado y seguro de la radiación ionizante en medicina;
- c) colaborar a la plena integración de la protección radiológica dentro del sistema de asistencia sanitaria;
- d) ayudar a mejorar el diálogo beneficio/riesgo con los pacientes y el público; y
- e) mejorar la seguridad y calidad de los procedimientos radiológicos en medicina.

El Llamado de Bonn a la Acción resalta diez acciones principales, y las sub acciones relacionadas, que fueron identificadas como esenciales para fortalecer la protección radiológica en medicina en la próxima década. Se trata de las siguientes:

### Acciones

- Acción 1: Mejorar la implementación del principio de justificación
- Acción 2: Mejorar la implementación del principio de optimización de la protección y la seguridad
- Acción 3: Fortalecer el papel de los fabricantes en contribuir al régimen global de seguridad
- Acción 4: Fortalecer la formación y capacitación de los profesionales de la salud en materia de protección radiológica
- Acción 5: Determinar y promover una agenda de investigación estratégica para la protección radiológica en medicina
- Acción 6: Aumentar la disponibilidad de información mundial mejorada sobre exposiciones médicas y sobre exposición ocupacional en medicina
- Acción 7: Mejorar la prevención de los incidentes y accidentes en los usos médicos de la radiación
- Acción 8: Fortalecer la cultura de la seguridad radiológica en la asistencia sanitaria
- Acción 9: Propiciar un mejor diálogo sobre el riesgo / beneficio de la radiación
- Acción 10: Fortalecer la implementación de requisitos de seguridad a nivel mundial

En años posteriores se realizaron reuniones, simposios y eventos y se llevaron a cabo trabajos de diversa índole para realizar el seguimiento de las pautas recomendadas. Al momento de la edición del presente libro se está preparando el evento SIPRAME 3 a llevarse a cabo en Santiago de Chile durante el año 2022 en el marco del 12 Congreso de Latinoamericano de la IRPA (International Radiological Protection Association).

## Referencias

- HALL, E.J., (2000) *Radiobiology for the Radiologist*, Lippincott, Philadelphia, PA (2000).
- ICRP (2011). *Protección radiológica en medicina*, coordinado por Beatriz Gregori, 105.
- Sociedad Argentina de Radiología (SAR) (s/f). *Guía de recomendaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen. Preparada por expertos argentinos en diagnóstico por imágenes en base a documentos utilizados por países de la Comunidad Europea*. Disponible en [http://www.neumo-argentina.org/images/guias\\_consensos/guia\\_prp.pdf](http://www.neumo-argentina.org/images/guias_consensos/guia_prp.pdf)
- ICRP (2001). *Radiation and your patient - A Guide for Medical Practitioners*. ICRP Supporting Guidance 2. Ann. ICRP 31 (4).
- ICRP (2007). *Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*, Publicación 103. [Traducción oficial al español de la Sociedad Española de Protección Radiológica]
- Directiva 97/43/Euratom del Consejo de 30 de junio de 1997 relativa a la protección de la salud frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas, por la que se deroga la Directiva 84/466/Euratom. (1997). *Official Journal*, L 180, 22-27. CELEX
- Sociedad Argentina de Radioprotección (2016). *10 Acciones para Mejorar la Protección Radiológica en la Próxima Década, Llamado de Bonn a la Acción*. Disponible en [https://radioproteccionsar.org.ar/downloads/publicaciones/Llamado\\_de\\_BONN.pdf](https://radioproteccionsar.org.ar/downloads/publicaciones/Llamado_de_BONN.pdf) Fecha de consulta: febrero de 2022.