

¿Cómo prepararse y responder a eventos radiológicos en conflictos bélicos?

Serie | Preparación y respuesta a todo tipo de riesgos

ISGlobal Instituto de Salud Global
Barcelona

Autoría: Elizabeth Diago, Clara Marín, Liudmila Liutsko, Gonzalo Fanjul y Elisabeth Cardis*

[Este documento forma parte de una serie de notas de debate que abordan preguntas fundamentales sobre la salud mundial. Su objetivo es trasladar los conocimientos científicos al debate público y al proceso de toma de decisiones. Estos documentos se han elaborado en base a la mejor información disponible y pueden ser actualizados a medida que salga a la luz nueva información.]

15 de diciembre de 2023

Fotografía: Presidencia de Ucrania
(www.president.gov.ua)

La preparación y respuesta a eventos o incidentes radiológicos contiene muchos elementos que se integran dentro del marco de preparación a todos los riesgos o “all hazards”, al compartir necesidades y respuestas con crisis de otra naturaleza. Es crucial mejorar los sistemas de preparación y respuesta ante todo tipo de riesgos para proteger la salud de la población. Puede consultar más información sobre esta estrategia [aquí](#).

La guerra de Ucrania ha reavivado el miedo a que potencias nucleares hagan uso de su **armamento nuclear** o a que se realicen **ataques a centrales nucleares**, como la de Zaporíyia. Desde el principio

de la guerra, Rusia ha amenazado con el uso de armas nucleares como armas tácticas, además de apuntar a la posibilidad de que Ucrania y EE.UU. hagan lo mismo.^{1,2,3}

Durante los últimos meses diferentes instituciones han intentado realizar una labor de concienciación sobre las **medidas de protección necesarias en caso de un evento nuclear**. La Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) ha dado acceso público a documentos relacionados como *ICRP Publication 146 Radiological Protection of People and the Environment in the Event of a Large Nuclear Accident* o, a finales del 2022, *Consejos para la población sobre cómo protegerse en caso de una detonación nuclear*. Además,

***Elizabeth Diago** es coordinadora del Grupo de Trabajo de Preparación, Respuesta, Recuperación y Resiliencia de ISGlobal. **Clara Marín** es coordinadora del Departamento de Análisis de ISGlobal. **Liudmila Liutsko** es investigadora del Instituto Universitario de Investigación en Atención Primaria (IDIAP Jordi Gol). **Gonzalo Fanjul** es Director de Políticas de ISGlobal. **Elisabeth Cardis** es jefa del grupo de Radiación de ISGlobal.

¹ NYTimes (2022). With Bluster and Threats, Putin Casts the West as the Enemy, <https://www.nytimes.com/2022/09/30/world/europe/putin-speech-ukraine-russia.html>

² Cadena Ser (2022). Rusia alimenta el temor a una escalada nuclear en Occidente tras acusar a Ucrania de preparar la “bomba sucia”, <https://cadenaser.com/nacional/2022/10/24/rusia-alimenta-el-temor-a-una-escalada-nuclear-en-occidente-tras-acusar-a-ucrania-de-preparar-la-bomba-sucia-cadena-ser/>

³ El Periódico (2022). Joe Biden: “El armagedón nuclear está más cerca que nunca desde la crisis de los misiles de Cuba”, <https://www.elperiodico.com/es/internacional/20221008/biden-armagedon-guerra-fria-ucrania-putin-76954446>

existen recomendaciones publicadas por otras instituciones, como las del Center for Diseases Control (CDC) estadounidense.

Este documento de análisis describe distintos **tipos de eventos radiológicos** que una guerra puede desencadenar y los

efectos que estos pueden tener en la salud humana. También presenta **lecciones aprendidas** y **recomendaciones** para la preparación y respuesta a eventos radiológicos ●

1. Impacto de los eventos radiológicos

“En la guerra de Ucrania, el evento nuclear que se cree más probable es el uso de una pequeña arma táctica que tiene corto alcance, pero cuyo rendimiento puede ser superior a las bombas de Hiroshima y Nagasaki.”



Armas nucleares

Desencadenan una reacción nuclear (por fisión), que conduce a una explosión, tal y como sucedió con las bombas de Hiroshima y Nagasaki en 1945. El uso de un arma nuclear, lanzada por un misil o un arma portátil táctica más pequeña, desencadenaría una serie de eventos que ponen en peligro a la población que se encuentra en la zona impactada:

- **Onda expansiva** capaz de destruir edificaciones a varios kilómetros de distancia de la zona de impacto.
- **Pulso de calor.** Se trata de una bola de fuego que contiene gases a temperaturas extremas y que puede causar quemaduras, heridas oculares e ignición de materiales combustibles, incluso a varios kilómetros de la zona de impacto.
- **Irradiación inicial de la bola de fuego.** La radiación puede causar daños a varios kilómetros de distancia.
- **Radiación residual de la caída de partículas radiactivas desde la atmósfera (lluvia radiactiva o fallout).** Estas partículas radiactivas caen a la tierra como resultado de una explosión nuclear.



Bomba sucia

No utiliza material radiactivo para crear una explosión, sino que emplea material

explosivo (dinamita, por ejemplo) para dispersar polvo o perdigones de material radiactivo. La onda expansiva de la detonación puede causar lesiones graves y daños materiales y constituye, en general, el mayor peligro. Los materiales radiactivos utilizados probablemente no llegan a causar una enfermedad grave, excepto para aquellas personas que están muy cerca del lugar de la explosión. Sin embargo, el polvo y el humo radiactivos que se esparcen más lejos pueden ser peligrosos para la salud si se inhalan.⁴



Ataque a una central nuclear.

Puede desencadenar un **accidente nuclear**. Aunque los reactores nucleares modernos están contruidos para aguantar un ataque, otros impactos indirectos del conflicto bélico, como el corte de electricidad, de la cual depende el control de la reacción de fisión y el enfriamiento, suponen un riesgo de explosión de la central nuclear. Por este motivo, en el conflicto de Ucrania, al no existir fuentes de electricidad alternativas, los reactores se activan y se desactivan para salvaguardar su integridad, dependiendo de la situación armada en las regiones adyacentes a las centrales nucleares.

El principal peligro derivado de un accidente nuclear es la emisión de grandes cantidades de materiales radiactivos desde el reactor dañado, por la explosión y los incendios posteriores. Los materiales pueden asentarse en los alimentos, tierra, animales y agua de los alrededores y entrar en la cadena alimenticia. Según

⁴ Centers for Disease Control and Prevention (CDC). More Information on Types of Radiation Emergencies, <https://www.cdc.gov/nceh/radiation/emergencies/moretypes.htm>

la magnitud de las emisiones y las condiciones meteorológicas predominantes, el penacho radiactivo puede viajar a centenares o miles de kilómetros.

Durante el **conflicto en Ucrania** se llevan a cabo inspecciones por parte del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) de las Naciones Unidas (ONU), para comprobar la seguridad de las centrales en activo en la zona y emitir sus recomendaciones. Estas centrales son Zaporíyia (la más grande de Europa), Khmelnytsky, Rivne y Sur de Ucrania,⁵ así

como la de Chernóbil (*véase la Figura 1*). Se ha propuesto crear una zona de seguridad alrededor de Zaporíyia, aunque por ahora no se ha llegado a ningún acuerdo⁶ y la planta continúa recibiendo bombardeos en zonas muy próximas, e incluso en sus propias instalaciones.⁶ En septiembre de 2023 la planta seguía controlada por el ejército ruso y sufriendo repetidos cortes de suministro eléctrico.

Figura 1. Centrales nucleares activas en Ucrania



Fuente: Adaptado de World Nuclear Association (2022). Safety of Nuclear Power Reactors, <https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/safety-of-nuclear-power-reactors.aspx>

Las medidas de seguridad de las centrales nucleares se han ido desarrollando y han ido incorporando importantes elementos de seguridad tras los accidentes de Three Mile Island (1979), Chernóbil (1986) o Fukushima (2011).⁷ Algunas de las medidas adicionales de seguridad con las que cuenta la central de Zaporíyia (cons-

truida en los años 80) con respecto a la de Chernóbil (construida en 1972), son: 1) estructuras de contención para evitar la liberación de radiación al ambiente, 2) generadores de energía dentro del edificio de contención para evitar su posible inundación, y 3) reactores sin grafito, material que contribuyó al incendio en Chernóbil.⁸

⁵ Organismo Internacional de Energía Atómica. Seguridad nuclear tecnológica y física en Ucrania, <https://www.iaea.org/es/seguridad-nuclear-tecnologica-y-fisica-en-ucrania>

⁶ Organismo Internacional de Energía Atómica (2022). Update 128 – IAEA Director General Statement on Situation in Ukraine, <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/update-128-iaea-director-general-statement-on-situation-in-ukrain>

⁷ World Nuclear Association (2022). Safety of Nuclear Power Reactors, <https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/safety-of-nuclear-power-reactors.aspx>

⁸ BBC (2022). En qué se diferencia la central nuclear de Zaporíyia de la de Chernóbil (y cuáles son los riesgos de los combates entre Ucrania y Rusia), <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-63702727>

En la guerra de Ucrania, **el evento nuclear que se cree más probable** es el uso de una pequeña arma táctica que tiene corto alcance, pero cuyo rendimiento

puede ser superior a las bombas de Hiroshima y Nagasaki ^{9,10}

2. Efectos de la radiación en la salud

“La radiación afecta a nuestro cuerpo, en particular interaccionando con nuestro ADN: rompe directamente las cadenas de ADN o libera radicales libres que dañan las células y los órganos.”

La explosión de un arma nuclear, ya sea un misil, un arma táctica, una bomba sucia o un artefacto de pequeña escala, produce una onda expansiva, metralla y, en el caso del arma nuclear, calor intenso. Pero, además, también radiación, con efectos en la salud a corto y largo plazo. Estos efectos dependen de (véase la Figura 2):

- La dosis de radiación recibida.
- La rapidez con la que se recibe la dosis: no produce el mismo efecto una dosis recibida durante años (por ejemplo, debida a las partículas radiactivas en el medio ambiente) que recibida de golpe (por la explosión de un arma nuclear).
- Dónde se recibe: en una parte del cuerpo o en todo él.

• Quién recibe la dosis: los fetos, los bebés, los niños y niñas, así como las personas con el sistema inmunitario comprometido, son más vulnerables.

La radiación afecta a nuestro cuerpo, en particular interaccionando con nuestro ADN. Rompe directamente las cadenas de ADN o libera radicales libres que dañan las células y los órganos. Las células dañadas pueden:

- Repararse.
- No repararse o hacerlo de forma incorrecta, lo que en el futuro puede desencadenar procesos cancerígenos.
- Morir, si el daño es extenso. Si mueren demasiadas células se puede desencadenar un fallo orgánico que acabe produciendo la muerte de la persona.

Figura 2. Factores que afectan a cómo reacciona el cuerpo a la radiación ionizante



Fuente: Let's Talk Science 2019. <https://letstalkscience.ca/educational-resources/backgrounders/radiation-effects-on-body>

⁹ La Razón (2022). Esta es la diferencia entre las armas nucleares tácticas y las estratégicas, <https://www.larazon.es/internacional/20221018/irbtcki5hbbmrlowpwf5gwkwby.html>

¹⁰ CNN (2022). ¿Qué son las armas nucleares tácticas y qué pasaría si Rusia desplegara una?, <https://cnnespanol.cnn.com/2022/09/26/armas-nucleares-tacticas-rusia-trax/>

A **corto plazo** y con un nivel de radiación externa muy elevado (dosis agudas mayores de 700 milliGray o mGy) al cuerpo entero, se produce el síndrome por radiación aguda (SRA). Este síndrome comienza provocando náuseas, vómitos, dolor de cabeza, diarrea y eritema en la piel durante minutos o días. Se trata de síntomas comunes a muchas patologías y, por sí mismos, no indican una enfermedad por radiación aguda. Al cabo de unos días o semanas, la persona vuelve a padecer síntomas similares y, dependiendo de la dosis recibida y el tiempo de exposición, puede desarrollar un síndrome hematológico (dosis 1-10 Gy), gastrointestinal (>7Gy) y neurológico (>20Gy), potencialmente mortales. El síndrome por radiación aguda (y las altas dosis que lo causan) es **muy poco frecuente**. De las más de 600 000 personas que trabajaron en la zona de la central de Chernóbil y sus alrededores para descontaminar y limitar las exposiciones, solo 134 (socorristas durante las primeras horas) fueron

diagnosticados con el síndrome de radiación aguda. No hubo casos de SRA entre la población general que vivía en ciudades y pueblos alrededor de la central de Chernóbil. Tampoco hubo casos de SRA en Fukushima.

A **largo plazo**, el mayor riesgo de haber recibido radiación es desarrollar un cáncer. Este cáncer dependerá del tipo de radiación a la que se ha estado expuesto y de la dosis recibida. En dosis bajas, el riesgo de sufrir cáncer es muy bajo, similar o inferior al que puede incrementar la exposición a químicos, los factores genéticos o la alimentación. Por ejemplo, entre unos 100 000 supervivientes de las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki incluidos en la Life Span Study en Japón, unos 22 500 desarrollaron un cáncer entre 1958 y 2009. De estos, se estima que aproximadamente 990 se debieron a haber estado expuestos a la radiación de las bombas ¹¹

Cuadro 1. 1986. El accidente de la central nuclear de Chernóbil



El **26 de abril de 1986** se produjo el accidente de la central nuclear de Chernóbil, en Ucrania, que entonces formaba parte de la Unión Soviética. El accidente ocurrió durante una prueba de seguridad. Los operadores realizaron una serie de acciones, entre ellas la desactivación de los mecanismos de apagado automático y, en el momento en que el operador quiso apagar el reactor, este se encontraba en una condición extremadamente inestable. Se produjo un incremento descontrolado de la potencia del reactor, que hizo que el agua refrigerante se vaporizara dentro de este, lo que provocó un nuevo aumento en el nivel de potencia, con **una explosión de vapor que destruyó el reactor**. Tras la explosión inicial, el grafito que había en el reactor se incendió. A pesar de los esfuerzos del personal para controlar el fuego, **el grafito ardió durante muchos días** y se continuó liberando material radiactivo hasta el 6 de mayo de 1986.

De los 600 trabajadores que había en la central en la madrugada del accidente, **dos fallecieron** debido a las explosiones¹² y 134 recibieron dosis altas de radiación (0,8-16 Gy) y sufrieron enfermedades. De estas 134 personas, **28 fallecieron en los primeros tres meses** y otras 19 fallecieron entre 1987 y 2004, por diversas causas no necesariamente asociadas con la exposición a la radiación. En total, más de 500 000 trabajadores de toda la Unión Soviética participaron en las operaciones de recuperación tanto en la central como en las zonas contaminadas de Ucrania, Bielorrusia y Rusia, y recibieron dosis

¹¹ Grant, E.J.; Brenner, A.; Sugiyama, H. et al. *Solid Cancer Incidence among the Life Span Study of Atomic Bomb Survivors: 1958-2009*. *Radiat Res.* 2017 May;187(5):513-537. doi: 10.1667/RR14492.1. Epub 2017 Mar 20. PMID: 28319463.

¹² World Nuclear Association (Updated 2022). Chernobyl Accident 1986, <https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/chernobyl-accident.aspx>

de entre 0,02 Gy y 0,5 Gy entre 1986 y 1990.¹³ Hasta el momento, en estos trabajadores se ha notado un leve aumento de riesgo de cáncer, en particular leucemias.¹⁴

En respuesta al accidente, las autoridades **evacuaron** a unas 115 000 personas de las zonas aledañas al reactor y pasado 1986 **reubicaron** a unas 220 000 personas de Bielorrusia, la Federación Rusa y Ucrania. El accidente causó graves trastornos sociales y psicológicos en la vida de las personas afectadas y enormes pérdidas económicas en toda la región. Grandes áreas de los tres países estaban contaminadas con materiales radiactivos y los radionucleidos del escape de Chernóbil se pudieron medir en todos los países del hemisferio norte.^{13,15,16}

Cerca de 5 millones de personas siguieron viviendo en las zonas de Bielorrusia, Ucrania y Rusia que se consideran más contaminadas por el accidente, con dosis acumuladas en los primeros 10 años del orden de 10 mGy al cuerpo entero [a modo de comparación, la dosis anual media a la población general procedente de todas las fuentes de radiación es del orden de 1-3 mGy]. Se ha observado un aumento importante en la incidencia de **cáncer de tiroides** entre quienes estuvieron expuestos a yodo radiactivo en la infancia y la adolescencia en los territorios más contaminados [en estos territorios, aunque la dosis al cuerpo entero es muy baja, la dosis a las tiroides pudo llegar a cientos de mGy, hasta más de 10 Gy]. Por suerte, este cáncer tiene un pronóstico muy bueno y se estima que solo fallecieron unos 15 casos en las dos primeras décadas después del accidente. La **deficiencia de yodo**, bastante extendida en los territorios contaminados, parece haber aumentado el riesgo de desarrollar cáncer de tiroides después de la exposición a yodo radiactivo. La **suplementación rápida con yodo estable** después de la exposición reduce las dosis recibidas y, en las zonas con deficiencia en yodo, una suplementación en los años posteriores a la exposición parece reducir el riesgo de cáncer de las tiroides. Aunque se han reportado aumentos en las tasas de otros tipos de cáncer, estos aumentos parecen deberse a otros factores –incluidas las mejoras en registro, reporte y diagnóstico– y no a los efectos de la exposición radiológica.^{13,17}

Para información sobre los efectos del accidente en la central nuclear de Fukushima en 2011 se puede visitar el post [Fukushima: 10 años más tarde](#).

¹³ United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) (2008). Assessments Of The Radiation Effects From The Chernobyl Nuclear Reactor Accident, <https://www.unscear.org/unscear/en/areas-of-work/chernobyl.html>

¹⁴ Cardis, E. y Hatch, M. (2011). The Chernobyl accident—an epidemiological perspective. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*. 2011 May;23(4):251-60. doi: 10.1016/j.clon.2011.01.510.

¹⁵ Cardis, E.; Howe, G.; Ron, E. et al (2006). Cancer consequences of the Chernobyl accident: 20 years on. *J Radiol Prot.* 2006a Jun;26(2):127-40. doi: 10.1088/0952-4746/26/2/001. Epub 2006 Apr 24. PMID: 16738412

¹⁶ Cardis, E.; Krewski, D.; Boniol, M. et al (2006). Estimates of the cancer burden in Europe from radioactive fallout from the Chernobyl accident. *Int J Cancer*. 2006b Sep 15;119(6):1224-35. doi: 10.1002/ijc.22037. PMID: 16628547 Free article.

¹⁷ Hatch, M. y Cardis, E. (2017). Somatic health effects of Chernobyl: 30 years on. *Eur J Epidemiol*. 2017 Dec;32(12):1047-1054. doi: 10.1007/s10654-017-0303-6. Epub 2017 Sep 19. PMID: 28929329

3. ¿Cómo protegerse tras la detonación de un arma nuclear?

“Después de una detonación se recomienda entrar en un edificio y permanecer confinado en su interior. Ir a la zona central de ese edificio o a un sótano para así interponer la mayor cantidad de materiales entre la persona y el material radiactivo del exterior.”

Los efectos que una detonación puede tener en la salud y la vida de un individuo dependen de la **distancia a la que se encuentran de la zona de impacto**, donde se produce una gran onda expansiva y un pulso de calor extremo.

La CIPR publicó en noviembre de 2022 unas recomendaciones para protegerse de los efectos de una detonación de un arma nuclear, no una bomba sucia o un accidente en una central nuclear. Estas

recomendaciones son particularmente importantes en los **primeros minutos y horas** (hasta 48 horas) después de una detonación: se recomienda entrar en un edificio y permanecer confinado en su interior. También ir a la zona central de ese edificio o a un sótano para así interponer la mayor cantidad de materiales entre la persona y el material radiactivo del exterior (véase el Cuadro 2) ●

Cuadro 2. Recomendaciones para protegerse en caso de una detonación nuclear.

- Tras la explosión, hay unos 10 minutos hasta que el material radiactivo empieza a caer.
- Lo más importante es protegernos quedándonos dentro de un edificio (sótano, garaje o refugio) y evitar huir de la zona afectada a pie o en coche.
- El peligro de la lluvia radiactiva disminuye rápidamente, pero se deberá permanecer en este lugar por lo menos 12-24 horas tras la explosión, a no ser que haya un peligro inmediato o nos lo aconsejen las autoridades.
- Es recomendable apagar los aparatos de ventilación, aire acondicionado o bombas de calor y tapan la chimenea ya que se pueden introducir materiales contaminados.
- Es muy importante seguir las actualizaciones sobre el estado de la emergencia nuclear, usando radios o comunicándose por SMS o en redes sociales, si hay acceso a internet.
- Es importante no huir por nuestra cuenta hasta que se hayan identificado las áreas peligrosas por la lluvia radiactiva y se hayan establecido rutas de evacuación seguras.



Fuente: ICRP. Reproducido con autorización. <https://www.icrp.org/page.asp?id=611>

4 Problemas en la preparación y respuesta a eventos radiológicos

“La mayoría de recomendaciones y guías de actuación se focalizan en problemas técnicos y están dirigidos a personas expertas en protección radiológica, en lugar de dar apoyo a las poblaciones afectadas.”

Han ocurrido muy pocos accidentes graves en centrales nucleares, pero aportan información importante sobre lo que funcionó en la respuesta. Los accidentes de **Fukushima** y de **Chernóbil** ocurrieron hace 13 y 37 años, respectivamente, y todavía hoy se pueden extraer **lecciones** de ellos en relación a numerosos problemas:

- La **evaluación de la exposición** a la radiación y el **seguimiento médico** de los equipos de respuesta inmediata, evacuados y residentes.
- Las decisiones para finalizar las órdenes de **evacuación**.
- La **comunicación** con los equipos de respuesta y actores relevantes.

Estas lecciones son clave para prevenir eventos radiológicos futuros y mitigar sus efectos.

La planificación de la respuesta a accidentes nucleares en la Unión Soviética y en Japón tenía, en el momento en que sucedieron, un foco esencialmente técnico: diseñado para reducir las dosis en la población y en los trabajadores, pero con una menor atención a los **efectos sociales, psicológicos y éticos de la catástrofe**.

Los accidentes de las centrales de Chernóbil y Fukushima provocaron la exposición a radiación ionizante de numerosas personas.^{18,19} También causaron **trastornos importantes y continuados** en las vidas de las poblaciones afectadas por la lluvia radiactiva. Algunos fueron **directos**, como los que sufrieron los trabajadores que participaron en la respuesta y la recuperación del accidente, y las personas evacuadas y las que vivían en las zonas de estricto control de la exposición; y otros trastornos fueron **indirectos**, como los que afectaron a las personas que vivían en áreas menos contaminadas.²⁰

Algunas poblaciones han sufrido impactos duraderos en su salud derivados de la radiación, en particular los primeros trabajadores implicados en la respuesta inmediata al accidente de Chernóbil (sufrieron el síndrome de radiación aguda)¹⁸ y jóvenes que desarrollaron cáncer de tiroides como resultado de la lluvia radiactiva tras ese mismo accidente.^{21,18} Sin embargo, muchas otras personas han sufrido **consecuencias graves no relacionadas con los efectos biológicos de la radiación, sino con el accidente**

¹⁸ UNSCEAR (2010). Summary of low-dose radiation effects on health, <https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2010.html>

¹⁹ UNSCEAR 2013 Report. Sources, effects and risks of ionizing radiation, https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2013_1.html

²⁰ Oughton, D.H. (2013). Social and ethical issues in environmental remediation projects. *J Environ Radioact.* 2013 May;119:21-5. doi: 10.1016/j.jenvrad.2011.08.019. Epub 2011 Oct 7. PMID: 21982393.

²¹ Cardis, E. y Hatch, M. (2011). The Chernobyl accident—an epidemiological perspective. *Clin Oncol (R Coll Radiol).* 2011 May;23(4):251-60. doi: 10.1016/j.clon.2011.01.510

en sí: con la presencia de contaminación radiactiva y las medidas que se tomaron para mitigar y remediar sus efectos, además de la incertidumbre sobre los niveles de radiación y sus efectos en la salud. Aquí se incluyen las muertes evitables de personas en unidades de cuidados intensivos o personas ancianas que vivían en residencias tras la evacuación que siguió al accidente de Fukushima;^{22,23} la ansiedad, depresión, estrés postraumático y pensamientos suicidas entre los trabaja-

dores encargados de tareas de limpieza de zonas contaminadas;^{24,25,26} y los efectos indirectos continuados en su salud (problemas mentales o enfermedades crónicas) y alteraciones sociales y económicas de las personas evacuadas y residentes de áreas contaminadas, como resultado de los niveles de radiactividad elevados en el medio ambiente.²⁷

Otras lecciones importantes para la preparación y respuesta incluyen:

- ✓ **Difficultades en identificar a las poblaciones afectadas**, en monitorear su exposición y en darles un seguimiento adecuado. Estas se deben a la falta de recursos de planificación y de registros poblacionales, así como a las dificultades en la gestión de información proveniente de diferentes fuentes [como la integración de datos relativos a la salud o a la exposición a fuentes radiactivas];
- ✓ **Efectos negativos de algunos programas** de vigilancia de la salud [estrés, estigmatización, desconfianza];
- ✓ **Problemas de entrenamiento**, capacitación, cadena de mando y transferencia de información durante la crisis radiológica;
- ✓ **Falta de entendimiento** de las responsabilidades y pasos en los protocolos de actuación debidos a que las diferentes partes interesadas, incluyendo comunidades, no estaban involucradas en la preparación;
- ✓ **Falta de personas expertas** en protección radiológica y capacitación insuficiente del personal de la salud para manejar los efectos directos e indirectos de la radiación, y falta de información en la población general sobre los riesgos de la radiación;
- ✓ **Problemas en qué, cuándo y cómo se comunica la información** a los diferentes sectores de la población y actores implicados, lo que lleva a la desinformación en momentos cruciales y a una desconfianza en las autoridades que continúa hasta hoy.

²² Tanigawa, K.; Hosoi, Y.; Hirohashi, N. et al. Loss of life after evacuation: lessons learned from the Fukushima accident. *The Lancet*. 2012 Mar 10;379(9819):889-891. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60384-5. PMID: 22405787.

²³ Yasumura, S. Evacuation effect on excess mortality among institutionalized elderly after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. *Fukushima J Med Sci*. 2014;60(2):192-5. doi: 10.5387/fms.2014-13. Epub 2014 Oct 4. PMID: 25283975.

²⁴ UN Chernobyl Forum Experts Group, Bennet, B. et al. (2006). Health effects of the Chernobyl accident and special health care programmes -Report of the UN Chernobyl Forum expert group "Health". https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43447/9241594179_eng.pdf?sequence=1

²⁵ Bromet, E.J.; Havenaar, J.M. and Guey, L.T. (2011). A 25 year retrospective review of the psychological consequences of the Chernobyl accident. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*. 2011 May;23(4):297-305. doi: 10.1016/j.clon.2011.01.501. Epub 2011 Feb 16. PMID: 21330117.

²⁶ Shigemura, J.; Tanigawa, T.; Saito, I. et al (2012). Psychological distress in workers at the Fukushima nuclear power plants. *JAMA*. 2012 Aug 15;308(7):667-9. doi: 10.1001/jama.2012.9699. PMID: 22893158.

²⁷ Bromet, E.J. (2014). Emotional consequences of nuclear power plant disasters. *Health Phys*. 2014 Feb;106(2):206-10. doi: 10.1097/HP.0000000000000012. PMID: 24378494; PMCID: PMC3898664.

Las estrategias de preparación y vigilancia deberían tener como objetivo **minimizar los efectos directos e indirectos** de las emergencias radiológicas. Deben satisfacer las necesidades de la sociedad con **información precisa** sobre las dosis y sus efectos sobre la salud, así como crear un sistema que permita a la población afectada un **seguimiento adecuado** de sus niveles de radiación y de sus posibles efectos derivados.

Algunas de las lecciones sobre estos accidentes han sido revisadas en profundidad y tenidas en cuenta por organizaciones nacionales e internacionales como la OIEA, la CIPR o la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esto ha permitido el desarrollo de varias **recomendaciones y guías de actuación** que hacen hincapié en problemas específicos de protección radiológica, formación y comunicación. Se han considerado también aspectos socioeconómicos para preparar y mejorar los procesos de tomas de decisiones en las fases tempranas e intermedias de la respuesta.^{28,29,30}

Sin embargo, **la mayoría de estos textos se focalizan en problemas técnicos** y están dirigidos a personas expertas en protección radiológica, en lugar de dar apoyo a las poblaciones afectadas. Las aproximaciones tradicionales de respuesta y recuperación a la emergencia, que incluyen la relocalización y la vigilancia de salud, se basan en su mayoría en los niveles dosimétricos, que detectan los niveles de radiactividad en un lugar determinado. Aunque se reconoce la importancia de factores humanos o psicosociales, ha sido difícil adaptar las aproximaciones para incluir y resolver factores sociales, económicos, éticos y psicológicos ●

²⁸ Carr, Z.; Clarke, M.; Akl, E.A. et al (2016). Using the Grade Approach to Support the Development of Recommendations for Public Health Interventions in Radiation Emergencies. *Radiat Prot Dosimetry*. 2016 Sep;171(1):144-55. doi: 10.1093/rpd/ncw234. Epub 2016 Aug 12. PMID: 27521205.

²⁹ International Atomic Energy Agency (2015). IAEA Safety Standards for protecting people and the environment. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P_1708_web.pdf

³⁰ Nisbet, A.F. et al (2009). Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Food Production Systems in Europe following a radiological emergency v2. <https://www.eu-neris.net/library/handbooks/56-handbook-for-food-production-systemsversion-2pdf/file.html>

5. Recomendaciones de preparación y respuesta a eventos radiológicos

“Las necesidades identificadas en la preparación y respuesta a eventos radiológicos son las mismas que en otras crisis, lo que pone de manifiesto la importancia de actuar dentro del marco de preparación y respuesta a todo tipo de crisis o *all hazards*.”

Este documento ha descrito los distintos tipos de eventos radiológicos que pueden darse en un conflicto bélico, los efectos en la salud de la radiación en general y cómo podemos protegernos si estamos expuestos a ella. Las necesidades identificadas en

la preparación y respuesta a eventos radiológicos son las mismas que en otras crisis, lo que pone de manifiesto la importancia de **actuar dentro del marco de preparación y respuesta a todo tipo de crisis o *all hazards***.

Figura 3. Recomendaciones para mejorar la vigilancia médica y las condiciones de vida de las poblaciones en caso de un accidente nuclear.



Para más información, visite: WWW.RADIATION.ISGLOBAL.ORG

Fuente: SHAMISEN. <https://radiation.isglobal.org/shamisen/infographics/>

Las experiencias pasadas han permitido revisar lo aprendido en crisis provocadas por eventos que liberan radiactividad, como los accidentes de Chernóbil y Fukushima. De las lecciones aprendidas se han extraído algunas recomendaciones en relación con la preparación y respuesta a crisis radiológicas en el marco del proyecto SHAMISEN (véase la Figura 3). Se puede consultar su informe completo “Recomendaciones y procedimientos de preparación y vigilancia sanitaria de las poblaciones afectadas por un accidente radiológico” (Recommendations and procedures for preparedness and health

surveillance of populations affected by a radiation accident). Estas son algunas de las recomendaciones destacables:



Gobernanza y coordinación

Es necesario planificar y asegurar la existencia de la infraestructura personal y material necesaria para prepararse y responder a una crisis de esta naturaleza. Deben establecerse canales de coordinación y colaboración entre distintos niveles de actuación. Es necesario, además, fortalecer la capacidad de evaluación posterior al evento a distintos niveles.



Desarrollo de planes de respuesta

Es necesario elaborar planes de respuesta a crisis que identifiquen a los actores relevantes y las responsabilidades de cada uno. El entrenamiento en simulaciones puede ayudar a identificar brechas y necesidades. Es importante también el desarrollo de un sistema de alerta precoz que active estas respuestas de emergencia.

Estos planes deben incluir elementos como la evacuación de la población, con especial atención a las personas más vulnerables, la adaptación del sistema sanitario, los canales de comunicación, la identificación de lugares aptos para el refugio y medidas de apoyo social a las poblaciones afectadas.

Las respuestas deben tener en cuenta tanto los aspectos técnicos –la reducción del nivel de dosis máximas, por ejemplo– como los efectos indirectos de la crisis.



Informar y educar a la población. Plan Personal de Emergencias

La población debe estar informada de los peligros a los que se puede ver expuesta y debe recibir información para que desarrolle planes personales de respuesta a la emergencia. Es esencial trabajar en la comunidad para definir y dar a conocer los planes de emergencia y fomentar la confianza en las autoridades. Dentro de los planes de protección se debe pensar en formas de comunicación en caso de que no haya red eléctrica o internet.

Se deben elaborar materiales educativos y de capacitación para los trabajadores de la salud, así como para otros actores de interés.



Contra medidas farmacológicas

Se puede hacer necesario el uso de fármacos para contrarrestar los efectos de la radiación, como KI para mitigar la absorción de yodo radiactivo en la tiroides, sobre todo en población infantil. Los planes han de incluir la adquisición y distribución de estos fármacos. También se ha de priorizar la formación del personal sanitario para aplicar estas medidas.



Vigilancia y seguimiento

El seguimiento y la monitorización de las poblaciones afectadas es necesario para entender y paliar los efectos a corto y largo plazo en la salud física y mental. Se necesita una vigilancia de la salud de las poblaciones afectadas y preparar los recursos necesarios para desarrollar protocolos de vigilancia epidemiológica (cuestionarios, informes de consentimiento, protocolos de captura de datos). Además, es necesario revisar los sistemas de monitorización de la salud, en particular los registros de enfermedades como cáncer, e identificar las dificultades para enlazar datos de distintas fuentes y la posibilidad de compartir los datos entre países.



Dosimetría

La población necesita tomar sus propias decisiones basada en datos de exposición individuales durante las diferentes fases de respuesta. Es útil proveer a la población de herramientas de detección de radiación. Este tipo de herramientas son similares al uso que se puede dar a test diagnósticos rápidos para enfermedades infecciosas en caso de epidemias o pandemias.

Si bien la probabilidad de un evento nuclear es baja, la magnitud de las consecuencias justifica una preparación adecuada. El enfoque todos los riesgos (*all-hazards*) facilita enormemente esta labor: dado que un evento radiológico comparte características y necesidades con muchas otras crisis, la creación de planes esenciales de preparación y respuesta que puedan ser fácilmente adaptables se convierte en una solución eficaz y eficiente en términos de recursos ●

PARA SABER MÁS

- OIEA (2018). Programa de seguridad en ciudades grandes. Incluye seminarios y entrenamientos en el caso de que se utilice una bomba sucia. <https://www.iaea.org/newscenter/multimedia/photoessays/nuclear-security-in-big-cities>
- OIEA (2010). Normas de seguridad del OIEA para la protección de las personas y el medio ambiente. Disposiciones de preparación para emergencias nucleares o radiológicas. https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1265s_web.pdf
- FEMA (2022). Planning Guidance for Response to a Nuclear Detonation. https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_nuc-detonation-planning-guide.pdf
- Sarukhan, A; Cardis, E.; Liutsko, L. et al (2020). COVID-19: ¿Qué nos pueden enseñar los accidentes nucleares pasados? Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal). Serie: COVID-19 y estrategia de respuesta, n.º 24. <https://www.isglobal.org/es/-/covid-19-que-nos-pueden-enseñar-los-accidentes-nucleares-pasados->

Cómo citar este documento:

Diago, E.; Marín, C.; Liutsko, L. et al (2023). **¿Cómo prepararse y responder a eventos radiológicos en conflictos bélicos?** Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal). Serie: Preparación y respuesta frente a todos los peligros, n.º 55.

<https://www.isglobal.org/>

ISGlobal Instituto de
Salud Global
Barcelona

Una iniciativa de:

 **Fundación "la Caixa"**

