

ANEXO 4

EFECTOS DE LAS BOMBAS DE HIROSHIMA Y NAGASAKI SOBRE LA SALUD DE LOS INDIVIDUOS Y LOS SERVICIOS DE SALUD

por T. Ohkita

1. En este informe, basado en datos bien documentados, se resumen los efectos a corto y medio plazo de las bombas atómicas (bombas A) en la salud y la asistencia médica de los habitantes expuestos de Hiroshima y Nagasaki.

2. En el Cuadro 1 se indican las características de las bombas A de Hiroshima y Nagasaki. Ambas estallaron a una altitud aproximada de 500 m. Comparadas con las armas nucleares actuales, eran verdaderas miniaturas. A pesar de ello, tenían una potencia destructiva sin precedentes; en un instante arrebataron la vida a los seres vivos y redujeron a cenizas los objetos materiales.

CUADRO 1. CARACTERISTICAS DE LA BOMBA ATOMICA

	Hiroshima	Nagasaki
Fecha de la explosión	08.15 h, lunes, 6 de agosto de 1945	11.02 h, jueves, 9 de agosto de 1945
Tipo	Bomba de uranio (^{235}U)	Bomba de plutonio (^{239}Pu)
Altura	580±15 m	503±10 m
Potencia	Equivalente a 12,5 kt de TNT	Equivalente a 22 kt de TNT
Presión	4,5-6,7 t/m ² (44-66 kPa)	6-8 t/m ² (59-79 kPa)
Calor	18,83 x 10 ¹² J	32,22 x 10 ¹² J

3. Los daños causados en las dos ciudades se debieron a una combinación del calor, la onda expansiva y el fuego. Los incendios se debieron en primer lugar a la radiación térmica y en segundo lugar fueron el resultado de la destrucción de los edificios. La superficie total arrasada por la onda expansiva y el fuego en Hiroshima y Nagasaki fue de 13 km² y 6,7 km², respectivamente. La energía de la bomba A de Nagasaki era superior a la de Hiroshima, pero en esta última ciudad quedó arrasada por el fuego una superficie mayor debido a la diferencia de la topografía y de la distribución de los edificios. En Hiroshima se inició el incendio a los 30 minutos de la explosión, con una tormenta de fuego que alcanzó una velocidad de 18 metros por segundo (m/s) en 2 ó 3 horas. Entre las 11 de la mañana y las 3 de la tarde, un violento torbellino avanzó desde el centro de la ciudad hacia la parte norte; a última hora de la tarde se había calmado el viento, y en un radio de 2 km a partir del hipocentro todo había quedado completamente destruido por la tormenta de fuego. Entre las 9 de la mañana y las 4 de la tarde cayó una "lluvia negra" con materiales radiactivos sobre una amplia zona que se extendía desde el norte del hipocentro hacia el oeste. La tormenta de fuego de Nagasaki no fue tan intensa como la de Hiroshima, pero unas 2 horas después de la explosión el fuego cobró gran violencia y comenzó a rugir entre las colinas un viento del sudoeste que alcanzó una velocidad de unos 15 m/s. A los 20 minutos de la explosión comenzó a caer una "lluvia negra" sobre el distrito de Nishiyama, en Nagasaki, situado a unos 3 km al este del hipocentro.

Anexo 4

DAÑOS EN HIROSHIMA (Fig. 1)

4. La ciudad de Hiroshima, relativamente llana, está situada sobre el ancho delta en forma de abanico del río Ota, que fluye desde las montañas situadas al norte de Hiroshima hacia el sur, hasta llegar al mar interior de Seto. Por el este y el oeste, la ciudad está rodeada de colinas. Aunque la importancia de los daños decreció a medida que aumentaba la distancia con respecto al hipocentro, el 92% de todas las estructuras se vieron afectadas en mayor o menor grado (Cuadro 2). "Completamente destruidos" significa que las estructuras de madera sufrieron daños irreparables y las de hormigón armado quedaron inutilizables. Así ocurrió hasta a 2,8 km del hipocentro. "Parcialmente destruidos" significa que los daños sufridos por las estructuras de madera eran reparables. "Ligeramente dañados" indica que el grado de destrucción era algo inferior al correspondiente a "parcialmente destruidos"; por ejemplo, si una estructura de madera podía utilizarse una vez reparada. Se encontraron estructuras "parcialmente destruidas" en un radio de 4 km del hipocentro. Así pues, los daños sufridos por casi toda la ciudad de Hiroshima fueron superiores a la destrucción parcial. Aparecieron estructuras ligeramente dañadas hasta una distancia de 5 km y se rompieron las ventanas a distancias de hasta 27 km al sudoeste. Aunque se produjeron muchos incendios a más de 2 km, la mayoría fueron secundarios. Los techos de paja, la madera y los árboles ardieron espontáneamente a una distancia de hasta 3 km.

CUADRO 2. DAÑOS SUFRIDOS POR LOS EDIFICIOS EN HIROSHIMA Y NAGASAKI^a

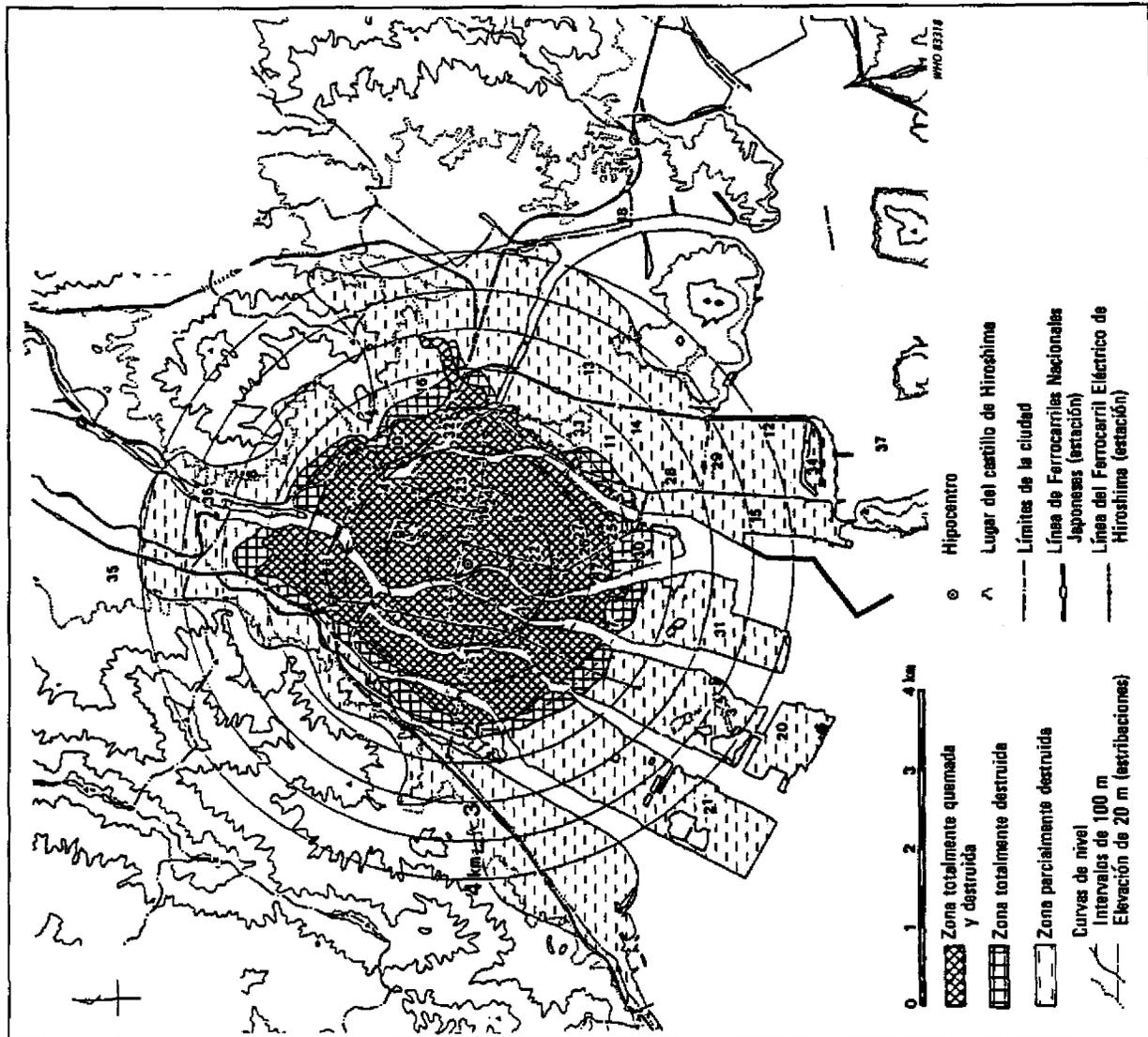
	Número de edificios antes de los bombardeos	Completamente destruidos/ quemados (%)	Completamente destruidos (%)	Medio destruidos/ medio quemados/ ligeramente dañados (%)	Total (%)
Hiroshima	aproximadamente 76 000	62,9	5,0	24,0	91,9
Nagasaki	aproximadamente 51 000	22,7	2,6	10,8	36,1

^a Reproducido, con autorización, de Committee for the Compilation of Materials on Damage Caused by the Atomic Bombs in Hiroshima and Nagasaki (9).

DAÑOS EN NAGASAKI (Fig. 2)

5. La ciudad de Nagasaki está situada en un puerto natural al oeste de Kyushu. Se extiende a lo largo de varios kilómetros de costas estrechas y de valles que arrancan del puerto. Por los dos valles sobre los que se asienta la ciudad discurren dos ríos, separados por una colina de unos 200 m de altura. El centro comercial y las oficinas departamentales, municipales y otras del Gobierno ocupaban el distrito del río Nakashima. A ambos lados del río Urakami hay una franja de terreno relativamente ancha entre las colinas que se extienden hacia el norte y hacia el sur. En la ribera occidental de la bahía de Nagasaki había fábricas, muchas residencias y escuelas.

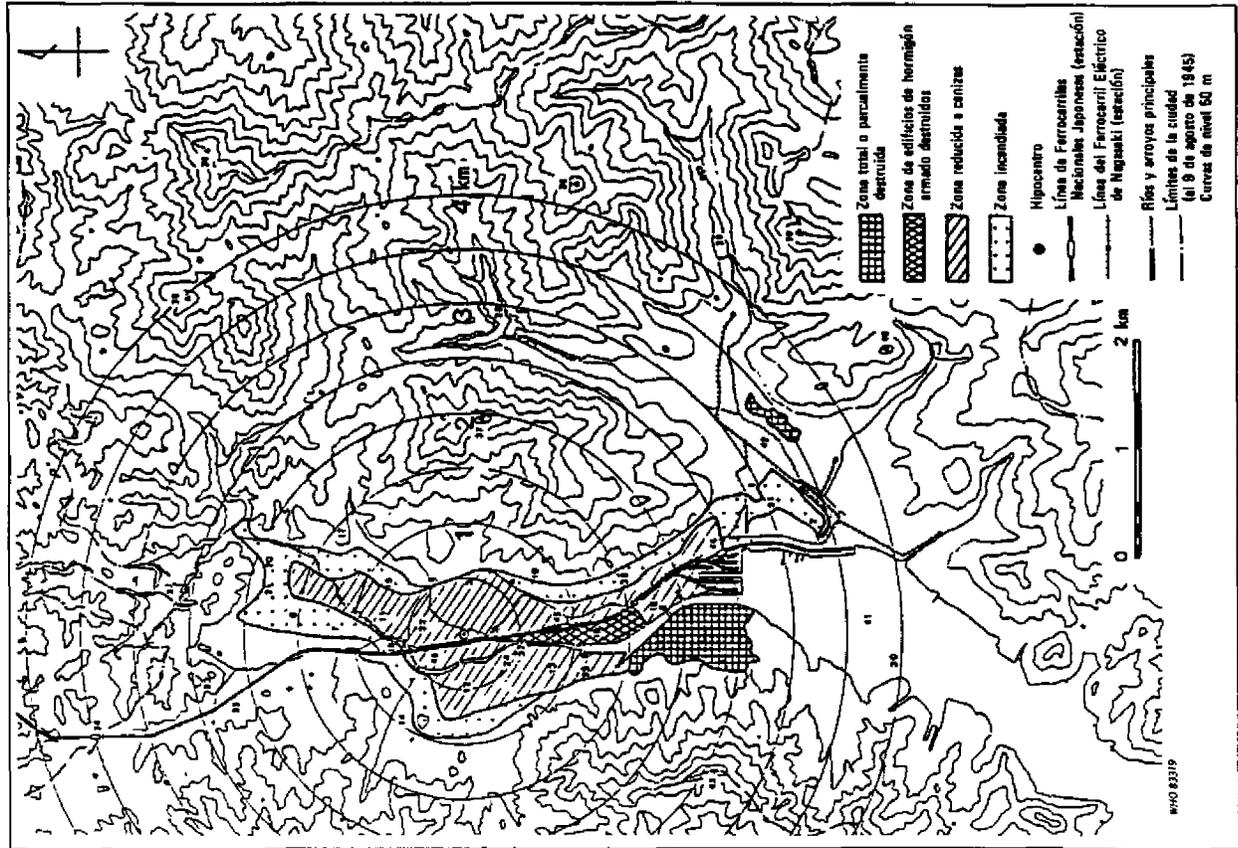
FIG. 1. MAPA DE LAS ZONAS DAÑADAS EN HIROSHIMA^a



1. Sede del departamento
2. Ayuntamiento
3. Observatorio meteorológico
4. Oficina de comunicaciones
5. Oficina del monopolio
6. Tribunal del distrito/tribunal de apelaciones
7. Prisión
8. Estación depuradora municipal
9. Cuartel general militar regional
10. Cuartel general del segundo ejército
11. Regimiento de comunicaciones de la armada
12. División de instrucción de la armada
13. Depósito de armamento del ejército
14. Depósito de ropa del ejército
15. Depósito de provisiones del ejército
16. Campo de instrucción oriental
17. Hospital de la Cruz Roja
18. Toyo Kogyo Co., Ltd.
19. Grandes almacenes Fukuya
20. Industria pesada Mitsubishi, astilleros
21. Industria pesada Mitsubishi, fábrica de herramientas
22. Compañía distribuidora de electricidad Chugoku
23. Emisora central (NHK)
24. Editorial del periódico Chugoku Shinbun
25. Compañía del Ferrocarril Eléctrico
26. Universidad de Literatura y Ciencias de Hiroshima
27. Escuela normal superior de Hiroshima
28. Escuela superior de Hiroshima
29. Colegio femenino departamental de Hiroshima
30. Colegio técnico de Hiroshima
31. Aeródromo militar
32. Estación de Hiroshima
33. Colina Hijiyama
34. Estación de Ujina
35. Ciudad de Gion
36. Río Ota
37. Puerto de Ujina

^a Reproducido, con autorización, de Committee for the Compilation of Materials on Damage Caused by the Atomic Bombs in Hiroshima and Nagasaki (9).

FIG. 2. MAPA DE LAS ZONAS DAÑADAS EN NAGASAKI^a



1. Ayuntamiento de Nagasaki
2. Sede del departamento de Nagasaki
3. Universidad médica de Nagasaki
4. Hospital de la universidad médica de Nagasaki
5. Catedral de Urakami
6. Fábrica de armamento de Nagasaki de la industria pesada Mitsubishi, fábricas de Ōhashi
7. Astilleros de Nagasaki de la industria pesada Mitsubishi, fábrica de Ōhashi
8. Puente de Inasa
9. Puente de Yanagawa
10. Santuario de Sanno
11. Escuela primaria de Yamazato
12. Escuela primaria de Shiroyama
13. Colegio de enseñanza media de Keiho
14. Escuela de comercio de Nagasaki
15. Escuela técnica de Nagasaki
16. Puente de Ōhashi
17. Primer Hospital de Urakami
18. Astilleros de Nagasaki de la industria pesada Mitsubishi, fábrica de Saiwaimachi
19. Primera fábrica de Nagasaki de la Mitsubishi Steel Manufacturing Co.
20. Escuela primaria de Nishi-Urakami
21. Escuela normal de Nagasaki
22. Prisión de Urakami
23. Fábrica de armamento de Nagasaki de la industria pesada Mitsubishi, obras de construcción de túneles de Chinzei
24. Colegio de enseñanza media de Chinzei
25. Escuela primaria de Fuchi
26. Escuela primaria de Zenza
27. Embalse de Urakami
28. Embalse de Mishiya
29. Embalse de Hongōchi
30. Astilleros de Nagasaki de la industria pesada Mitsubishi
31. Escuela primaria de Shinkōzen
32. Mitsubishi Electric Corporation, fundición de Nagasaki
33. Línea principal de Nagasaki
34. Estación de Michino
35. Monte Tenjiku
36. Monte Hoba
37. Monte Koupira
38. Monte Hōka
39. Monte Hiko
40. Monte Atago
41. Puerto de Nagasaki
42. Río Nakashima
43. Monte Inasa
44. Estación de Nagasaki
45. Estación de Urakami
46. Río Urakami

^a Reproducido, con autorización, de Committee for the Compilation of Materials on Damage Caused by the Atomic Bombs in Hiroshima and Nagasaki (2).

6. La bomba A estalló sobre el centro del distrito de Urakami, y los daños causados por las ondas térmica y expansiva quedaron limitados casi enteramente a esa zona. El distrito del río Nakashima estaba relativamente bien protegido por las colinas. Sin embargo, el 36% de todas las estructuras de ambos distritos sufrieron daños (Cuadro 2). Los daños se extendieron más por el sur que por el norte debido a que los edificios se concentraban hacia el sur. Las zonas completamente destruidas se extendieron hacia el sur hasta unos 2,5 km del hipocentro, por lo que sobrepasaron el radio de 2 km de Hiroshima. Mientras que en Hiroshima la superficie situada dentro del radio de 2 km quedó uniformemente destruida, en Nagasaki no ocurrió lo mismo, debido principalmente a las diferencias en la distribución de las estructuras y el terreno. Se observó destrucción parcial hasta una distancia de 4 km hacia el sur. Las ventanas se rompieron hasta una distancia de 19 km. A los 90 minutos aproximadamente de la explosión en varios lugares relativamente alejados del hipocentro estallaron incendios que provocaron una conflagración general. Aunque no pudieron determinarse los momentos exactos, los incendios comenzaron en numerosos objetos situados en diversos lugares. Los indicios permiten suponer que fueron causados por la radiación térmica, que actuó inicialmente sobre material combustible que comenzó ardiendo lentamente para luego romper en llamas.

PROPORCION DE VICTIMAS Y DE MUERTOS

7. Los daños causados por la bomba A a las personas se debieron a las radiaciones térmicas, las radiaciones ionizantes y la onda expansiva. Muchas personas sufrieron lesiones por más de una de estas causas, cualquiera de las cuales pudo ser fatal. Además de esas lesiones directas, hubo otras indirectas, causadas por el fuego o la caída de escombros de los edificios destruidos. La gravedad de las primeras lesiones producidas por la bomba A fue directamente proporcional a la distancia del hipocentro. Fueron menores cuando había alguna protección que absorbió o reflejó la energía de la explosión. En la Figura 4 del Anexo 3 se observa la relación entre la proporción de víctimas y de muertos y la distancia del hipocentro. Tanto en Hiroshima como en Nagasaki se calcula un 50% de defunciones entre quienes estaban expuestos a 1,2 km del hipocentro. En el Cuadro 3 figuran las tasas de mortalidad comparativas para quienes estaban expuestos dentro de un radio de 2 km del hipocentro de Hiroshima. Las tasas de mortalidad entre quienes estaban próximos fueron muy altas, especialmente el día de la explosión. Pueden señalarse las cuatro fases siguientes:

CUADRO 3. TASAS DE MORTALIDAD COMPARATIVAS DE LAS PERSONAS EXPUESTAS EN UN RADIO DE 2 km DEL HIPOCENTRO, HIROSHIMA, DEL 6 DE AGOSTO DE 1945 A NOVIEMBRE DE 1945^a

Distancia del hipocentro (km)	Tasa de mortalidad el 6 de agosto (%)	Tasa de mortalidad total (%)
0-0,5	90,4	98,4
0,6-1,0	59,4	90,0
1,1-1,5	19,6	45,5
1,6-2,0	11,1	22,6
Total	39,8	56,5

^a Traducción reproducida, con autorización, de Summary report of the investigation of the atomic bomb casualties (4).

Anexo 4

1) Fase temprana o inicial. El mayor número de víctimas se produjo entre el momento inmediatamente posterior a la explosión y el final de la segunda semana; una serie de lesiones diversas fueron causadas por la explosión. Durante esta fase se produjeron el 75% aproximadamente de las defunciones.

2) Fase intermedia. Entre el comienzo de la tercera semana y el final de la octava aparecieron numerosos síntomas causados por las radiaciones. Un 20% de las defunciones se produjeron durante esta fase. Las fases 1 y 2 se consideran como la fase aguda de los efectos de la bomba A.

3) Fase tardía. Desde el comienzo del tercer mes hasta el final del cuarto las personas con lesiones mejoraron, aunque algunas murieron por complicaciones. Al final del cuarto mes había tenido lugar cierta recuperación en ambas ciudades y se habían superado las fases aguda y subaguda de las lesiones producidas por la bomba A.

4) Fase de efectos retardados. Después de un periodo de latencia de 5 meses o más, comenzaron a aparecer diversos efectos retardados. Por consiguiente, los efectos a corto y a medio plazo sobre la salud fueron graves desde el momento inmediatamente posterior a la explosión hasta el final de diciembre de 1945.

NUMERO DE VICTIMAS

8. El número de víctimas fue aterrador y se han hecho estimaciones muy diversas. En una situación tan caótica era imposible un recuento exacto. Quedaron interrumpidas las actividades de casi todos los organismos administrativos y fueron destruidos innumerables documentos oficiales. El secreto de guerra impuso la destrucción deliberada de los archivos militares restantes, por lo que nunca podrá conocerse con precisión el número de víctimas entre el personal militar; sólo pueden hacerse cálculos aproximados.

Número de personas directamente expuestas

9. Las poblaciones son fluctuantes por naturaleza. No había censos exactos de las poblaciones de Hiroshima y Nagasaki inmediatamente antes de las bombas A. Así pues, resulta difícil hacer una estimación del número de víctimas (9). Sin embargo, para calcular el número de personas afectadas es muy importante que se incluya a todas las que estaban presentes físicamente en cada ciudad en el momento de estallar las bombas, y no sólo a la población residente. Investigaciones recientes indican que se vieron directamente afectadas por la bomba de Hiroshima unas 350 000 personas, entre ellas 280 000-290 000 de la población residente, unos 43 000 militares y 20 000 obreros reclutados en otros distritos próximos a la ciudad y que estaban demoliendo edificios para hacer cortafuegos. El total de Nagasaki se estimó en unas 270 000 personas.

Número de defunciones

10. Al evaluar el número de defunciones hay que tener presente el carácter persistente de los efectos de las radiaciones, que han continuado hasta el momento presente. De ahí que sea necesario clasificar el número total de defunciones en función del tiempo, es decir, de acuerdo con determinadas fechas (9). Entre las personas expuestas en Hiroshima, se estima que el 31 de

diciembre de 1945 habían fallecido aproximadamente 140 000,¹ de las que alrededor de 20 000 eran militares y obreros reclutados. Entre ellos hay que contar algunos coreanos cuyo paradero era conocido. Se cree que algunos coreanos alistados para un trabajo obligatorio en el Japón murieron por efectos de la exposición directa a la bomba, pero su número exacto se desconoce.

11. En Nagasaki fallecieron probablemente unas 70 000 ($\pm 10 000$) personas antes del 31 de diciembre de 1945. Se estima que el número de defunciones de personal militar fue aproximadamente de 150, de coreanos entre 1500 y 2000, más algunos estudiantes, obreros y comerciantes chinos. También fallecieron algunos prisioneros de guerra aliados durante el bombardeo de las dos ciudades.

12. No se conoce con detalle el número de defunciones entre los supervivientes de la bomba A a partir de 1946 pero, aunque no se ha determinado con exactitud, se considera que la tasa de mortalidad ha sido superior a la de la población japonesa en general. El censo nacional de octubre de 1950 estableció por primera vez, con la ayuda de la encuesta de la "Atomic Bomb Casualty Commission", el número de supervivientes de la bomba A en toda la nación; en Hiroshima eran 158 597 y en Nagasaki 124 901. Diez personas no incluidas en esas cifras experimentaron ambas bombas A. Aunque en número relativamente pequeño, parece que algunas personas que llegaron a las dos ciudades poco después del bombardeo fallecieron más tarde a consecuencia de enfermedades aparentemente relacionadas con las radiaciones residuales, pero no existen documentos médicos que confirmen esta suposición. La magnitud de la precipitación radiactiva local inicial parece que fue bastante pequeña en ambas ciudades, debido a que la explosión se produjo a considerable altura. Se estima que las dosis acumulativas medias hasta el infinito en los hipocentros fueron de aproximadamente 1 Gy (100 rad) en Hiroshima y de unos 0,3 Gy (30 rad) en Nagasaki, con una variación de alrededor del 60%. Las zonas de precipitación radiactiva casi coincidieron con las de "lluvia negra". La dosis acumulativa hasta el infinito en la zona de precipitación radiactiva de Hiroshima se estima que fue de 0,13 Gy (13 rad), excluyendo las dosis de radiación interna procedentes de radionúclidos inhalados e ingeridos (8).

SUPERVIVIENTES CON LESIONES AGUDAS

Lesiones causadas por la onda expansiva

13. Se estima que las presiones de la explosión de las bombas A de Hiroshima y Nagasaki en el punto cero fueron de 4,5-6,7 t/m² (44-66 kPa) y 6-8 t/m² (59-79 kPa), respectivamente (3). La explosión constó de dos fases, una de compresión y otra de succión, y se calcula que la duración de la primera fue aproximadamente de 0,5-1 segundo (7). Las lesiones mecánicas resultantes de las explosiones fueron directas e indirectas; la mayoría fueron del segundo tipo y se debieron principalmente al desplome de edificios o la caída de escombros, o a ambas cosas a la vez. Indirectamente, las ondas expansivas causaron numerosas muertes instantáneas. Hasta la fecha no existen datos fidedignos acerca de las defunciones atribuibles a los efectos directos de la onda expansiva. En la Figura 1 del Anexo 3 se indica la prevalencia de lesiones mecánicas indirectas entre los supervivientes. Entre las personas expuestas cerca de la explosión fue relativamente baja, debido a la elevada mortalidad por múltiples causas; por consiguiente, se hallaron pocos supervivientes para la encuesta.

¹ A partir de 1969, las autoridades municipales de Hiroshima, con la colaboración de un grupo de investigadores, han realizado una encuesta para averiguar los nombres de los fallecidos y el momento de la defunción, utilizando todos los documentos disponibles y por medio de conexiones de registros. Todavía se sigue realizando ahora ese laborioso esfuerzo. Sin embargo, tomando como base la información provisional de esa encuesta y una vez examinados de nuevo los informes pertinentes, las autoridades municipales y los investigadores de la "Radiation Effects Research Foundation" y del "Research Institute for Nuclear Medicine", de Hiroshima, han llegado en fecha reciente a la conclusión de que la estimación actual más probable del número de defunciones al final del año 1945 estaría comprendida entre 90 000 y 120 000, en una población de unos 330 000 habitantes expuestos directamente a la bomba A en la ciudad.

Anexo 4

14. Las lesiones causadas por la onda expansiva se produjeron principalmente entre los supervivientes que estaban en edificios de hormigón, fueron menos frecuentes entre los habitantes de las casas de estilo japonés, todavía menos entre las personas que estaban protegidas al aire libre, y la menor frecuencia tuvo lugar entre quienes estaban al aire libre en lugares no protegidos; es, pues, exactamente el orden inverso de lo que ocurrió con las quemaduras. Esto permite suponer que los edificios y paredes ofrecieron más riesgos que protección, especialmente cerca del lugar de la explosión. Los supervivientes sufrieron lesiones mecánicas de diversos grados, desde rasguños sin importancia hasta heridas graves y fracturas múltiples. Lo más frecuente fueron las laceraciones producidas por pequeños fragmentos de vidrio. Las fracturas no parecen haber sido numerosas, aunque puede ser que muchos de los que fallecieron las sufrieran. Debido a la escasez de asistencia médica y a las leucopenias causadas por la exposición a la radiación ionizante, pequeñas laceraciones y abrasiones que en circunstancias normales hubieran cicatrizado en poco tiempo dieron lugar con frecuencia a infecciones graves. En un pequeño número de supervivientes expuestos en un lugar próximo, la rotura de los tímpanos se consideró como prueba de lesiones directas causadas por la onda expansiva, pero no se tuvo conocimiento de ningún caso a más de 3 km. Hay otros síntomas menos claros que pueden haber estado relacionados con la onda expansiva, tales como el vértigo, el zumbido de oídos y el dolor de cabeza, sin lesiones externas. Aproximadamente el 15% de los supervivientes entrevistados en cada ciudad se quejó de esos síntomas; la mayoría habían estado a menos de 2,5 km de la explosión. También se informó de la pérdida de conocimiento, pero la mayoría de los casos de desvanecimiento transitorio fueron causados probablemente por un desplazamiento violento, como el ser arrojados contra el suelo, más que por la onda expansiva directa. No existen datos referentes al número exacto de supervivientes incapacitados con secuelas de lesiones mecánicas.

Lesiones causadas por los efectos térmicos

15. Se calcula que la intensidad del calor generado por las explosiones nucleares fue de 3000-4000 °C cerca del hipocentro (7); su duración aproximada fue de 0,5-1 segundo y se disipó rápidamente a medida que aumentaba la distancia del hipocentro. Sin embargo, existen pruebas (por ejemplo, el descascarillado de superficies de granito) de que fue superior a los 573 °C a distancias de 1-1,1 km y 1,6 km de los hipocentros de Hiroshima y Nagasaki, respectivamente (5). La onda térmica produjo quemaduras de manera directa o indirecta, por ejemplo las causadas por los incendios provocados por el fogonazo. Las quemaduras directas han recibido a menudo el nombre de "quemaduras del fogonazo", puesto que las produjo la onda térmica procedente de la bola de fuego. Es probable que todos los supervivientes sin protección en un radio de unos 4 km del hipocentro sufrieran quemaduras de diversos grados; quienes estaban bajo el punto de la explosión quedaron reducidos a cenizas. Las personas que se encontraban en edificios próximos al hipocentro pueden haber sufrido quemaduras por los gases y el polvo calientes que penetraron en los edificios que ocupaban, aun cuando estuvieran protegidas de la radiación térmica directa. En las personas sin protección situadas a menos de 1 km del hipocentro se observaron por lo general quemaduras graves de tercer grado, que provocaron carbonización y necrosis. Esas quemaduras generalmente sólo afectaron a un lado del cuerpo y estaban perfectamente delimitadas. Cuando se lanzaron las bombas hacía calor y la mayoría de la gente vestía camisa de manga corta y no llevaba chaqueta. El calor de la radiación tuvo efectos acrecentados sobre la piel desnuda, puesto que la ropa ofrecía diversos grados de protección, en función de su calidad y color y de la intensidad del calor. Las quemaduras indirectas, o "quemaduras de las llamas", son idénticas a las causadas por el fuego, pueden afectar a cualquier parte del cuerpo y tienden a penetrar a una profundidad mucho mayor que las quemaduras del fogonazo. No se observaron diferencias entre los dos tipos de quemaduras en cuanto al proceso de curación.

16. Las quemaduras fueron excepcionalmente frecuentes y parecen haber sido la principal causa de defunción en los días que siguieron a las explosiones de las bombas A, pero se desconoce su proporción con respecto al número total de defunciones. Muchos de los que resultaron heridos por la onda expansiva no tuvieron posibilidad de huir y murieron en los incendios. En muchas ocasiones aparecieron combinadas las quemaduras del fogonazo y las de las llamas; así, por ejemplo, algunas personas sufrieron quemaduras al incendiarse su ropa a causa de la ola de calor. Se produjeron quemaduras debajo de la ropa por lo menos hasta una distancia de 2,5 km del hipocentro. Sin embargo, las quemaduras de los supervivientes fueron en su mayor parte del tipo

de fognazo. La frecuencia de las quemaduras por las llamas parece haber sido muy pequeña, sin que sobrepasara el 5% del total. Las personas que estaban al aire libre sin una protección apreciable sufrieron quemaduras graves en un radio de 1,5 km del hipocentro, moderadas pero fatales hasta los 2,5 km, y leves a distancias de 3-4 km. Como puede observarse en el Anexo 3, Cuadro 5, la frecuencia de quemaduras en Hiroshima fue casi del 100% entre los supervivientes no protegidos situados a distancias inferiores a 2,5 km; a partir de los 3 km descendió bruscamente. La mayor frecuencia de quemaduras se produjo en personas que estaban al aire libre y sin protección, siendo considerablemente menor en las que estaban al aire libre y protegidas, y la frecuencia fue mínima entre quienes estaban en el interior de algún edificio. Aunque se estima que la energía térmica fue algo mayor en Nagasaki, el número de quemaduras fue mucho menor. En función de la distancia con respecto al hipocentro, la frecuencia total de quemaduras del fognazo en Nagasaki fue semejante a la de Hiroshima (Anexo 3, Fig. 1). Se registró un pequeño número de quemaduras de segundo grado, caracterizadas por la aparición de eritema y vesicación, a distancias de 3,3 km en Hiroshima y 3,1 km en Nagasaki. No se registraron quemaduras del fognazo a más de 4 km en Hiroshima, mientras que en Nagasaki alrededor del 3% de las personas expuestas a 4-5 km sufrieron quemaduras de primer grado por el fognazo. En el Anexo 3, Cuadro 5, puede comprobarse la influencia de la protección sobre la frecuencia de las quemaduras. Las personas que estaban en el interior de edificios solamente las sufrieron cuando los rayos las alcanzaron a través de puertas y ventanas. La frecuencia de las quemaduras fue relativamente baja hasta la distancia de 1,5 km del hipocentro, debido a la elevada mortalidad en ese grupo. Quienes sobrevivieron después de la exposición a esa distancia es probable que estuvieran parcialmente protegidos del calor por radiación. Los factores selectivos de esta índole podrían explicar la menor frecuencia de quemaduras entre los supervivientes que estaban en lugares donde de otra manera no cabría esperar su supervivencia. Una vez curadas las quemaduras graves, se observó con frecuencia tejido cicatrizal y queloides, especialmente entre las mujeres supervivientes que estaban en un radio de 2,5 km del hipocentro. Aunque en alguna ocasión se señaló que esto podría haberse debido a las radiaciones, no hay pruebas claras que lo demuestren. En los años 1947 y 1952 se había producido en la mayoría de los casos una regresión apreciable de las cicatrices y los queloides.

Lesiones causadas por las radiaciones

17. Después de las explosiones sobre Hiroshima y Nagasaki, las fuerzas armadas advirtieron pronto que se trataba de bombas A y centraron su atención en las lesiones causadas por las radiaciones en el cuerpo humano. Aunque esa tremenda experiencia ofreció la primera oportunidad de observar los efectos de una exposición masiva a la radiación ionizante en el hombre, es poco lo que se conoce acerca de las lesiones graves por radiaciones que causaron la muerte inmediata, debido a que en esa caótica situación no se practicó la autopsia de las víctimas. La elevada tasa de mortalidad y la gravedad de las lesiones en los primeros días que siguieron a las explosiones impidieron la realización de una evaluación estadística exacta de los efectos inmediatos de las radiaciones. En el informe de las investigaciones médicas sobre las víctimas de la bomba A de Hiroshima aparecen datos facilitados por observadores sobre los síntomas clínicos de las lesiones causadas por las radiaciones inmediatamente después de la explosión, comunicados por la Escuela de Medicina del Ejército y el Primer Hospital Militar Provisional de Tokio, con fecha 30 de noviembre de 1945. A continuación se resumen los síntomas descritos para la fase 1 (6-17 de agosto de 1945).

18. El día de la explosión todos los establecimientos médicos quedaron repletos de heridos, de manera que fue imposible realizar ninguna observación detallada. Aunque fue difícil obtener información exacta sobre los primeros síntomas de las lesiones causadas por las radiaciones, puede decirse que se caracterizaron por náuseas, vómitos, polidipsia, anorexia, malestar general, fiebre (a veces alta) y diarrea. El 6 de agosto predominaron sobre todo las náuseas y los vómitos, que posteriormente fueron raros. Se iniciaron de 30 minutos a 3 horas después de la exposición, y aparecieron 2-3 veces, pudiendo llegar hasta 10. Por lo general, las náuseas persistieron durante 2-3 días, llegando en ocasiones a las 2 semanas. La anorexia y el malestar general predominaron sobre todo el primer día, aunque con menor frecuencia entre los moribundos, probablemente porque no estaban en condiciones de describir sus síntomas. El personal militar con lesiones relativamente leves observado después del 10 de agosto, indicó la

Anexo 4

presencia frecuente de heces líquidas el 6 de agosto o en los 4 días siguientes. Las heces de carácter diarreico contenían deyecciones mucosas y sanguinolentas semejantes a las de la disentería bacteriana, pero dieron resultado negativo en los análisis bacteriológicos. La fiebre oscilaba entre los 38 °C y los 41 °C, aparecía malestar general y el paciente fallecía de 7 a 10 días después. Muchos padecieron síntomas cerebrales, entre ellos espasmo clónico y delirio. De los 181 casos fatales registrados hasta el 17 de agosto, 159 tuvieron fiebre, 85 diarrea (16 heces sanguinolentas), 22 diátesis hemorrágica, 2 petequias cutáneas y hubo 1 caso de hemorragia nasal y otro de hemorragia gingival. El recuento de leucocitos de los pocos casos examinados dio cifras bajas, de 300 a 400.

19. En el Anexo 3, Fig. 2 se resumen los principales síntomas de los supervivientes con lesiones causadas por las radiaciones que estaban en un radio de 1 km de los hipocentros y que vivían 3 o más semanas después de la explosión de las bombas A. Probablemente estuvieron expuestos a dosis relativamente altas de radiación ionizante, con la excepción de un pequeño número que estaban bien protegidos. También se indica en la figura el predominio de esos síntomas y signos en los que estaban a más de 5 km. La depilación y la púrpura, los signos más característicos observados entre las personas expuestas cerca del hipocentro, por lo general aparecieron juntos, comenzando algunos días después de la explosión, y se consideran las indicaciones objetivas más fidedignas para diagnosticar las lesiones causadas por las radiaciones. También se observó con frecuencia ulceración orofaríngea, causada principalmente por leucopenia debida a las radiaciones.

20. En orden cronológico, los síntomas y signos pueden clasificarse en las siguientes fases. 1) síndrome prodrómico de radiaciones, consistente por lo general en postración y síntomas gastrointestinales, entre ellos náuseas, vómitos y anorexia durante uno o varios días; 2) un periodo de bienestar relativo de duración variable, inversamente proporcional a la dosis de exposición; 3) un periodo febril de varias semanas, con depilación, ulceración orofaríngea, infección, manifestaciones hemorrágicas y diarrea; y 4) muerte o convalecencia prolongada con recuperación final. En muchas personas no se observó la fase de bienestar temporal. La fase febril se inició en la mayoría de los heridos graves entre el 5^o y el 7^o día, y en ocasiones incluso desde el 3^{er} día; su manifestación más destacada era una diarrea aguda que continuaba hasta el fallecimiento. En los heridos menos graves comenzó la depilación alrededor de 2 semanas después de la exposición, iniciándose la fase febril, seguida muy pronto de púrpura y lesiones orofaríngeas.

21. A pesar de las acentuadas diferencias individuales, la gravedad de las manifestaciones dependió de la exposición a las radiaciones. Las personas muy expuestas fallecieron por lo general antes de 2 semanas, y las que no habían estado tan expuestas murieron entre el final de la 6^a y el de la 8^a semanas siguientes a la exposición.

22. Los síntomas y signos de las lesiones causadas por las radiaciones que merecen un comentario adicional son los siguientes:

a) Náuseas y vómitos. Aunque hubo otras muchas causas de náuseas y vómitos, los segundos constituyen signos iniciales bien definidos de radiotoxemia. Los vómitos estaban estrechamente relacionados con la distancia respecto al hipocentro el primer día, pero menos posteriormente. Esos signos generalmente persistieron en las personas más intensamente expuestas, a menudo duraron varios días y en algunos casos continuaron durante toda la enfermedad. La presencia de quemaduras no influyó sobre las náuseas y los vómitos.

b) Depilación. La depilación es un signo específico de radiolesión. Se inició 1-4 semanas después de la exposición, pero el punto máximo se produjo durante la 2^a y 3^a semanas. El cabello se desprendía a mechones al peinarlo o tirar de él suavemente. Se observó cierta correlación entre la depilación y la dosis de exposición calculada en función de la distancia y la protección. Después de un periodo de latencia resultaba fácil reconocerla y, en ocasiones, fue el primer signo clínico de la aparición de lesiones causadas por radiación; los supervivientes con depilación precoz solían mostrar síndromes más graves. No había correlación entre el grado de depilación y el pronóstico. La zona más frecuentemente afectada fue el cue-

ro cabelludo; el pelo axilar y el púbico, en cambio, fueron poco afectados. A las 12-14 semanas comenzaba a crecer de nuevo el cabello; no se observó depilación permanente.

c) Púrpura. La púrpura se observó ya al 3^{er} día; su máxima incidencia se produjo a los 20-30 días de la explosión de las bombas A en ambas ciudades. Al igual que la depilación, su predominio estuvo estrechamente relacionado con la dosis de radiaciones. Se observó un rápido descenso en la proporción de los casos de púrpura entre los supervivientes expuestos a más de 1,5 km. A menudo no se hizo constar la púrpura leve, por lo que el número de casos de púrpura comunicados fue sin duda inferior al real.

23. Los estudios clínicos y patológicos realizados sobre víctimas de la bomba A han indicado claramente que el daño fundamental causante de la defunción fue la depresión de la médula ósea por las radiaciones. Entre las personas gravemente heridas se produjo una rápida leucopenia, con recuentos generalmente inferiores a 500 células por mm³ entre los días 5^o y 12^o. De las personas que sobrevivieron más de 10 días, el máximo descenso de leucocitos tuvo lugar 3-5 semanas después de la exposición. Se observó una correlación entre este hecho y las defunciones, y se llegó a la conclusión de que era el mejor indicador del pronóstico. Hubo una serie de factores, tales como la pérdida de sangre por las heridas, la deshidratación por quemaduras graves y la diarrea, que dificultaron la valoración del recuento de hematíes en los supervivientes de la bomba A. Entre los supervivientes intensamente expuestos, la cifra del recuento de hematíes descendió progresivamente, alcanzando el valor mínimo aproximadamente al mismo tiempo que el de los leucocitos, cuyo mínimo coincidió en muchas ocasiones con la defunción. No existen pruebas evidentes, sin embargo, de que el grado de anemia tenga utilidad para establecer un pronóstico (Cuadro 4).

CUADRO 4. DISTRIBUCION DE LOS RECuentOS SANGUINEOS MAS BAJOS EN CASOS GRAVES, 3^a-5^a SEMANAS, EN HIROSHIMA^a

Recuento de hematíes (x 10 ⁴)	Casos mortales	Recuperaciones	Recuento de leucocitos	Casos mortales	Recuperaciones
100-200	3	5	0-500	14	1
201-300	14	12	501-1 000	7	8
301-400	7	7	1 001-2 000	4	10
más de 401	1	3	más de 2 001	0	4
Total	25	27	Total	25	23

^a Datos de Oughterson y Warren (6).

24. Los resultados indicaron claramente que los acontecimientos se sucedieron en el siguiente orden en las personas intensamente expuestas: depleción grave y persistente de la médula ósea por irradiación de todo el cuerpo, que causaba pancitopenia y, por consiguiente, infecciones, lesiones orofaríngeas y fiebre, acompañadas de agranulocitosis y una diátesis hemorrágica como la púrpura con trombocitopenia, con desenlace mortal. La desaparición de las vellosidades del epitelio intestinal puede haber desempeñado una función importante.

Anexo 4

EFFECTOS EN LAS INSTALACIONES Y EL PERSONAL MEDICOS

Efectos en los hospitales y otras instalaciones

25. La mayoría de los hospitales y clínicas de Hiroshima estaban en el centro de la ciudad o cerca de él. Todos los establecimientos situados en un radio de 1 km del hipocentro quedaron totalmente destruidos y la tasa de mortalidad de sus ocupantes fue prácticamente del 100%. Los hospitales más grandes y modernos de Hiroshima eran el Hospital de la Cruz Roja (1,6 km del hipocentro) y el Hospital de Comunicaciones de Hiroshima (1,3 km). Eran de hormigón armado y ambos permanecieron en pie después de la explosión. Sin embargo, los daños causados en su interior solamente les permitieron funcionar como puestos de socorro, consultorios de pacientes ambulatorios y refugios para los heridos graves. Los hospitales situados a más de 3 km del hipocentro, tales como el Hospital Militar de Asistencia Social de Hiroshima (3,2 km) y 2 hospitales de las Industrias Pesadas Mitsubishi (4,3 y 4,5 km), sufrieron también importantes daños y la caída de escombros produjo numerosas víctimas entre sus ocupantes. A pesar de ello, esas instituciones desempeñaron una importante función en la atención de las víctimas.

26. Los servicios médicos se vieron seriamente afectados por la destrucción de edificios de la Facultad de Medicina y el Hospital Universitario de Nagasaki. La Facultad de Medicina estaba a sólo 600 m del hipocentro. Una gran parte de esos edificios estaba formada por estructuras de madera que se derrumbaron e incendiaron, causando un elevado número de víctimas entre los estudiantes; murieron 414 de los 580 estudiantes de medicina presentes. El Hospital Universitario contaba con más del 75% de camas hospitalarias y servicios médicos de la ciudad de Nagasaki. La estructura exterior del hospital, de hormigón armado, se mantuvo en pie, pero su interior quedó reducido a escombros. Murieron las dos terceras partes de sus ocupantes. El interior del Primer Hospital de Urakami, situado en lo alto de la colina Motohara a una distancia aproximada de 1,4 km del hipocentro, quedó destruido por la onda expansiva, y los incendios posteriores destruyeron el equipo y el material médicos. Al ser el único hospital que quedaba en el distrito de Urakami, tuvo que hacer frente a la asistencia de los heridos de la zona. Muchos hospitales y clínicas de toda la ciudad de Nagasaki quedaron destruidos o dañados, en mayor o menor grado según la distancia del hipocentro y la importancia de la protección topográfica.

Efectos en el personal médico

27. La ausencia de información exacta en cuanto al número de médicos, enfermeras y otro personal médico que había en las dos ciudades en el momento de estallar las bombas A, ha impedido hacer una estimación fidedigna del número de heridos y muertos. La mayoría de los establecimientos médicos de Hiroshima estaban en la zona devastada y casi todos quedaron destruidos instantáneamente; por consiguiente, el número de víctimas entre el personal médico fue elevado (Anexo 3, Cuadro 4). La Asociación Médica de la Ciudad de Hiroshima ha informado en fecha reciente de que el día de la explosión de la bomba A murieron por lo menos 89 médicos, incluidos médicos militares (10).

28. La mayoría del personal médico de Nagasaki estaba en la Facultad de Medicina y el Hospital Universitario, y un alto porcentaje murió al quedar completamente destruidas ambas estructuras; el 80% de los ocupantes del Hospital Universitario fallecieron o sufrieron heridas mortales. En una investigación realizada el 1 de noviembre de 1945 se comprobó que sólo había unos 120 médicos en la ciudad, aproximadamente la mitad de los que había antes de la bomba A.

Primeros auxilios

29. Antes de 1945, los sistemas de auxilio médico de los cuarteles generales de la defensa aérea en Hiroshima y Nagasaki tenían que hacer frente a los repetidos ataques aéreos de los Estados Unidos de América, en los que se utilizaban bombas convencionales. Fue tan grande la potencia destructiva de la bomba A que incluso esos sistemas de asistencia médica bien preparados quedaron totalmente inutilizados.

30. Poco después del bombardeo se establecieron muchos puestos de socorro en hospitales, escuelas y otros edificios parcialmente destruidos en las afueras de las dos ciudades, pero se vieron totalmente desbordados por la afluencia de miles de heridos. La escasez de médicos y de material médico era desesperada.
31. El número de pacientes instalados en los puestos de primeros auxilios dentro de la ciudad de Hiroshima entre el 11 de agosto y el 5 de octubre de 1945 fue 105 861, mientras que el número de personas tratadas como pacientes ambulatorios alcanzó la cifra de 210 048 (9). No existen datos del número entre los días 6 y 10 de agosto.
32. No cabe duda de que la presencia de médicos despertó una sensación de seguridad en los supervivientes, pero difícilmente podían los médicos prestarles una asistencia médica importante y eficaz.
33. Durante la fase inicial de los trabajos de socorro, las fuerzas militares desempeñaron una función destacada en la reparación de carreteras, el transporte de enfermos y la recogida de cadáveres.
34. Algunos hospitales militares situados a una distancia de 20-40 km de ambas ciudades colaboraron activamente en la prestación de primeros auxilios a los supervivientes. En particular, el Grupo Hospitalario Naval de Omura, situado a unos 30 km al norte de Nagasaki, acogió a un elevado número de supervivientes.
35. Varias decenas de millares de supervivientes buscaron protección en las ciudades y aldeas circundantes. Los grupos de auxilio civil y los equipos médicos que llegaron al día siguiente de las ciudades y departamentos próximos desempeñaron una función muy importante en los trabajos de socorro.

MEDIDAS PARA REDUCIR LOS RIESGOS

36. La única medida eficaz que contribuyó a reducir los riesgos del lanzamiento de las bombas A fue la evacuación de los escolares, que se llevó a cabo de acuerdo con un programa nacional. En Hiroshima fueron evacuados 15 000 niños a las casas de parientes lejanos. La evacuación en grupos se había iniciado en abril de 1945, y en julio habían salido de la ciudad de esta manera unos 8500 niños. Así pues, habían sido enviados a diversos lugares del departamento un total de 23 500 niños (9) y fueron muchos los que huyeron de los horrores del bombardeo. Pero la masiva devastación dejó sin padres o tutores a incontables niños, que en un instante engrosaron el trágico grupo de "huérfanos de la bomba A". No se conoce con exactitud el número de esos desdichados niños. Un grupo de sociólogos de la Universidad de Hiroshima realizó encuestas sucesivas en 1951-1953 y 1958-1960, y encontró a 1780 huérfanos en el Departamento de Hiroshima, así como a unos 1300 en otros lugares (9).
37. El hecho más instructivo fue la supervivencia, incluso cerca del punto cero, de las pocas personas que por casualidad estaban protegidas de la acción directa de la bomba. Se supo que en Nagasaki habían sobrevivido 10 personas que estaban en túneles de refugio situados a menos de 300 m del hipocentro (5). En Hiroshima, según la encuesta realizada en 1968-1979, sobrevivieron 76 personas que estaban a menos de 500 m del hipocentro (11).

Anexo 4

EFFECTOS EN EL SANEAMIENTO DEL MEDIO

38. La bomba atómica causó graves daños en los sistemas de abastecimiento de agua y de eliminación de aguas residuales y desechos.
39. Los daños sufridos por el sistema de distribución de agua fueron importantes y quedó suspendido el abastecimiento a no pocos sectores de las ciudades. La escasez de desinfectantes, incluida la solución de cal clorada, creó un grave problema. No existen datos bacteriológicos y químicos acerca de la calidad del agua antes y después del bombardeo.
40. Hay unas declaraciones que afirman y otras que niegan la disminución temporal del número de moscas y mosquitos inmediatamente después del bombardeo. A los pocos días se observó un aumento.
41. Resulta difícil determinar si los riesgos para la salud aumentaron o no debido a los daños sufridos por el medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

1. United States Strategic Bombing Survey. The effects of atomic bombs on Hiroshima and Nagasaki. Washington, US Government Printing Office, 1946 (Pacific War, No. 3).
2. United States Strategic Bombing Survey. The effects of atomic bombs on health and medical services in Hiroshima and Nagasaki. Washington, US Government Printing Office, 1947 (Pacific War, No. 13).
3. Oughterson, A. W. y cols. Report of the Joint Commission for the Investigation of the Atomic Bomb in Japan, Vol. 1-6. US Atomic Energy Commission, 1951.
4. Informe resumido de la investigación sobre las víctimas de la bomba atómica. Genshi-bakudan Saigai Chosa Hohkoku-shu, Sohkatsu-hen. Tokyo, Consejo Científico del Japón, 1951 (en japonés).
5. Colección de informes acerca de la investigación sobre las víctimas de la bomba atómica. Genshi-bakudan Saigai Chosa Hohkoku-shu. Vol. 1-2. Tokyo, Consejo Científico del Japón, 1953 (en japonés).
6. Oughterson, A. W. y Warren, S., ed. Medical effects of the atomic bomb in Japan. Nueva York, McGraw-Hill, 1956.
7. Glasstone, S. The effects of nuclear weapons, ed. rev., Washington, DC, US Atomic Energy Commission, 1962.
8. Journal of radiation research, 16: Suppl. (1975) (A review of thirty years study of Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors).
9. Committee for the Compilation of Materials on Damage Caused by the Atomic Bombs in Hiroshima and Nagasaki. Hiroshima and Nagasaki: the physical, medical, and social effects of the atomic bombings. Tokyo, Iwanami Shoten, 1981 (Londres, Hutchinson; Nueva York, Basic Books).
10. Asociación Médica de la Ciudad de Hiroshima. Historia de la Asociación Médica de la Ciudad de Hiroshima. Hiroshima-shi Ishikai Shi. Vol. 2. Hiroshima, 1980, pág. 285 (en japonés).
11. Kamada, N. y cols. Nagasaki medical journal, 55: 116 (1980).