



Acta Médica Colombiana

ISSN: 0120-2448

actamedcolomb@etb.net.co

Asociación Colombiana de Medicina Interna
Colombia

Matijasevic, Eugenio

El cuadrante de Pasteur

Acta Médica Colombiana, vol. 36, núm. 4, octubre-diciembre, 2011, pp. 111-118

Asociación Colombiana de Medicina Interna

Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=163122508001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

El cuadrante de Pasteur

Pasteur's quadrant

EUGENIO MATIJASEVIC • BOGOTÁ, D.C. (COLOMBIA)

El 6 de agosto de 1945, al alba, el Dr. Hachiya retornó agotado a su casa después de pasar la noche en vela en el Hospital de Comunicaciones. Su agotamiento no era producto del trabajo con pacientes, ni tampoco de labores administrativas relacionadas con su cargo en el Hospital (desde hacía tres años era el Director General) sino de un trabajo quizás menos complejo pero, por razones no muy difíciles de entender, mucho más agotador: había pasado la noche de turno como guardia antiaéreo, como tantos otros voluntarios y empleados oficiales, vigilando el cielo de Hiroshima, extrañamente salvaguardada hasta ese momento de los bombarderos que habían asolado Tokio, Osaka y Nagoya.

En la sala de su casa se quitó la ropa de trabajo y se quedó en ropa ligera (*fundoshi*, camisa y pantalón de seda), recostado sobre el piso, mirando el jardín a través de la ventana. Más tarde anotaría en su diario que la mañana le había parecido cálida y hermosa, en especial al observar “el agradable contraste que ofrecían las sombras del jardín con el brillo del follaje, tocado por el sol desde un cielo sin nubes”. De los sucesos siguientes guarda en la memoria, “con esa nitidez inexplicable con que solemos recordar los pequeños detalles”, el momento en que un resplandor intenso hizo que un farol de piedra de su jardín se encendiera, en pleno día, a las 8:15 de la mañana, con una luz más brillante que el día. Inmediatamente después, un segundo destello hizo que el contraste entre luces y sombras, que admirara apenas un instante antes, desapareciera por completo fundido en una incandescencia inexplicable, como la de las chispas de los cables del tranvía y como el fognazo de una lámpara de magnesio, pero que lo inundaba todo. Luego, algo más inexplicable aún, la insuperable luminosidad dio paso a una espesa penumbra hecha de remolinos de polvo a través de los cuales pudo distinguir a medias cómo se inclinaba uno de los pilares de la casa, al tiempo que el techo oscilaba amenazante sobre su cabeza.

Huyó al jardín y sólo entonces se percató de que estaba completamente desnudo, que todo el lado derecho de su cuerpo estaba cubierto de pequeñas, innumerables y sangrantes heridas, que tenía un gran trozo de madera astillada clavado en el muslo y que el labio inferior colgaba, desgarrado, de su cara. Encontró luego un enorme fragmento de vidrio incrustado en su cuello y “con la indiferencia de quien sigue bajo los efectos de una impresión desusada”, anota en su diario el Dr. Hachiya, “con total naturalidad”, lo extrajo dejando expuesta una profunda y larga herida. En ese momento recordó a su esposa y comenzó a llamarla: “Yaeko-san, ¿dónde estás? !Ha caído una bomba de 500 toneladas”. Sintió miedo: de la herida del cuello brotaba a cada grito la sangre a borbotones: “¿Me habré cortado la carótida? ¿Me voy a desangrar?”, pensó. De la casa ahora en ruinas emergió su esposa con el vestido hecho jirones bañado en sangre. Al intentar alcanzar la calle tropezaron y rodaron por la escalinata. Cuando lograron ponerse en pie se dieron cuenta de que lo que los había hecho caer era la cabeza de un hombre: “!Perdón”, “!Disculpe”, le gritó el Dr. Hachiya a esa cabeza solitaria al tiempo que descubría, unos metros más allá, aplastado por un portón, el cuerpo decapitado de un oficial del ejército del emperador.

Así comienza el *Diario de Hiroshima* de Michihiko Hachiya (1), diario que llevaría minuciosamente durante 56 días, desde ese fatídico primer lunes de agosto de 1945 hasta el domingo 30 de septiembre. El *Diario*, advierte Elías Canetti en un prólogo tan perturbador como el *Diario* mismo, “está escrito como una obra de la literatura japonesa: precisión, ternura y responsabilidad son sus rasgos esenciales”, “si tuviera algún sentido -agrega Canetti-, averiguar qué forma de literatura es hoy en día indispensable, indispensable a un hombre que tenga los ojos bien abiertos, habría que decir: ésta” (2).

No me detendré a relatar los horrores que vivió y dejó consignados en su *Diario* el Dr. Hachiya y tampoco insistiré en el cataclismo que vivieron sus conciudadanos y que el Dr. Hachiya recogió con plena y estremecedora empatía, ni haré énfasis tampoco en su humanitarismo, en su valentía, en su

don para establecer relaciones médico-paciente en momentos en los que todos pensaríamos más bien en el sálvese-quien-pueda, ni recalcaré sus dotes como clínico, ni su capacidad organizativa, de la que hizo gala al poner de nuevo en funcionamiento en pocos días un hospital situado a 1500 metros del epicentro de la explosión de *Little Boy*, una bomba de fisión nuclear hecha de 64 kg de uranio-235, que convirtió 600 a 860 miligramos de materia en la energía equivalente a la explosión de 13.000 a 18.000 toneladas de trinitrotolueno [los cálculos varían, pero los físicos están de acuerdo en que la “eficiencia” del artefacto fue “muy pobre”: “sólo” 1.1% a 1.34% de los núcleos entraron en fisión (3)], energía que literalmente atomizó de manera instantánea 60.000 a 70.000 personas, lesionó de muerte otras 70.000 (de tal manera que para fines de diciembre de 1945 habían muerto en total 130.000 a 140.000 habitantes de Hiroshima) (4) e hizo que en los años siguientes otras muchas enfermaran hasta morir como consecuencia de complicaciones posteriores o de efectos más tardíos [de tal forma que para 1950 el número total de muertes atribuible a *Little Boy* -en realidad a quienes la diseñaron, la construyeron y la lanzaron- se hubiese elevado a 200.000 personas (5)].

No me detendré en ninguno de esos puntos porque me parece una traición al potencial lector de la obra del Dr. Hachiya impedirle que experimente y viva por sí mismo, de primera mano, las emociones y los interrogantes éticos derivados de su lectura. Pero sí quiero hacer énfasis en un punto, sobre el que también llama la atención Canetti, que seguramente no resulta evidente en primer término para el lector abrumado por la carga afectiva generada por la lectura de este *Diario*. Me refiero al pensamiento científico del Dr. Hachiya: en circunstancias en las que muchos otros sucumbirían al pensamiento irracional y al pensamiento mágico, la mente del Dr. Hachiya siguió cada instante puesta en la idea de conocer el cómo y el por qué de los eventos de los que fue testigo, supeditando siempre el tiempo y la energía invertidos en su intento por dar respuesta a esas preguntas a la posibilidad de que las respuestas sirvieran para ayudar a otros.

Hay que tener en cuenta que los eventos narrados por el Dr. Hachiya son consecuencia directa de la segunda explosión de una bomba atómica en nuestro planeta y que la primera explosión había tenido lugar apenas 22 días antes en el desierto Jornada del Muerto en Nuevo México y se había mantenido en completo secreto (ninguno de los 129.000 operarios empleados en el Proyecto Manhattan sabía qué estaba haciendo, sólo el presidente Truman y la cúpula militar y científica lo sabían), además, era esta la primera vez en la historia de la humanidad que se lanzaba una bomba atómica contra población civil. El propio Dr. Hachiya compara en algún momento la devastación que observa (sin saber qué la ha causado) con la destrucción de Pompeya por la erupción del Vesubio, pero no deja de ser un pálido intento de comparación literaria, no hay en la historia del mundo un antecedente que permita hacer comparación alguna: “sobre Hiroshima -otra vez el prólogo de Canetti- se abatió una catástrofe que fue cuidadosamente calculada y provocada por seres humanos, la naturaleza se haya excluida del juego”.

En los minutos que siguieron a la explosión, el Dr. Hachiya intentó llegar con su esposa al Hospital de Comunicaciones pero desfalleció por la pérdida de sangre y le pidió a ella que continuara

sola hasta el hospital y que, en medio de los escombros y a través del incendio que devoraba lo poco que quedaba de la ciudad, le trajese ayuda. Mientras aguardaba el socorro vio pasar a una mujer desnuda con el hijo en brazos, también desnudo, e intentó imaginar que habían sido sorprendidos por el evento mientras estaban en la bañera, pero vio después a un hombre que corría igualmente desnudo y cayó en la cuenta de que casi todos estaban, como él mismo, desnudos: “entonces pensé que, como a mí, algo extraño los había despojado de sus ropas”. Luego, a través del oscuro polvo, bajo la iluminación surreal proporcionada por las llamas, vio frente a él una procesión de “confusas siluetas humanas con los brazos extendidos muy separados del cuerpo, como espantapájaros”. Eran seres humanos quemados, desnudos como él, que, en posición antálgica, tratando de evitar el roce de las quemaduras de los brazos con las quemaduras del tronco, caminaban como espectros hacia el hospital.

¿Qué podría haber ocurrido? Una bomba, una bomba común y corriente, incluso una bomba de 500 toneladas como la que imaginó (si es que tal cosa existía), no hubiera tenido esos efectos: el farol de piedra del jardín encendido como por arte de magia a plena luz del día, el destello subsiguiente, la oscuridad de polvo y detritos que lo reemplazó, la desaparición de las ropas y, ahora, la procesión de espantapájaros quemados. “Algo extraño” había dado origen a efectos tan extraños sobre las personas y sobre los objetos de uso de esas personas. Habría que averiguarlo. Cuando recuperó algo de sus fuerzas se unió a la procesión.

Tras un esfuerzo extraordinario el Dr. Hachiya logró alcanzar el hospital. Su esposa ya había arribado, pero nadie había podido ir a socorrerlo: todos cuantos estaban en condiciones de ayudar trataban de evitar que el hospital fuera consumido por las llamas. Solo lograron salvar el primer piso. Allí y en los restos del edificio de la Administración de Comunicaciones, aledaño al hospital, instalaría en los días siguientes el Dr. Hachiya un nuevo y precario Hospital de Comunicaciones, como un fénix. Pero para lograrlo tuvo que recuperarse primero de sus lesiones. Al respecto, el Dr. Hachiya agradece a todos y cada uno de los héroes (colegas y subalternos suyos en el Hospital de Comunicaciones) que en medio del caos, olvidados de sí mismos, se dedicaron a ayudar sin descanso, con el mínimo de recursos, a la avalancha de personas heridas y quemadas, incluyéndose él mismo, que inundó el hospital; y se considera un privilegiado, junto con los otros heridos que alcanzaron a llegar al hospital, por tener la rara fortuna de encontrar un sitio de socorro (aunque incendiado y con mínimos recursos) y recibir en él atención por parte de personas capacitadas (entre ellos el Dr. Katsube, jefe del Departamento de Cirugía del hospital) que habían salido lo suficientemente indemnes de la catástrofe como para ayudar a otros. No todos aquellos que en Hiroshima sobrevivieron a la explosión inicial tuvieron la misma suerte: como consecuencia directa de la explosión sólo tres de los 45 hospitales civiles de Hiroshima quedaron en condiciones de recibir pacientes, los dos hospitales militares quedaron borrados del mapa, 90% de los médicos y 93% de las enfermeras de Hiroshima murieron de inmediato o quedaron tan gravemente heridos que se encontraban completamente inhabilitados para ayudar a otras personas (6).

Luego de que le suturaran las 40 heridas que requerían cierre primario, el Dr. Hachiya fue atendido como paciente durante los

días iniciales, pero tan pronto pudo tenerse en pie, al sexto día, reasumió en pleno su papel de médico y director del hospital. Pero incluso desde antes, desde su lecho de enfermo, había organizado rondas clínicas de las que solicitaba reportes dos veces al día, había asignando funciones a sus colaboradores, dirigido la cremación de los cadáveres y la adecuación de los restos del edificio de la Administración de Comunicaciones como anexo al hospital.

En cada momento el Dr. Hachiya estaba pensando en resolver la pregunta ¿qué pasó? ¿qué era ese “algo extraño”, con cuyo nombre designaba a la causa de la serie de hechos inexplicables de los que había sido testigo? A descubrir qué era ese “algo extraño” dedicaría los próximos días, inquiriendo aquí, indagando allá, interrogando a todos cuanto fueron testigos cercanos o lejanos de el *pikadon* [nombre que le dieron los sobrevivientes desde el primer momento al evento inexplicable: *pika* significa destello, resplandor y *don* ruido muy fuerte (7)], preguntando por detalles que desde nuestra perspectiva de lectores omniscientes (nosotros sí sabemos qué se abatió sobre Hiroshima) nos parecen absurdos.

Diez y seis horas después del *pikadon*, el comunicado de prensa del presidente Truman permitió que el mundo entero tuviera la posibilidad de saber qué había pasado, pues todo aquel que tuviera acceso a una radio o que supiera leer y tuviera acceso a un periódico, pudo enterarse que sobre Hiroshima había sido arrojada una bomba atómica y si no les quedaba claro qué rayos era eso el arrogante informe de prensa, escrito de manera calculada en un lenguaje más apocalíptico que técnico, lo aclaraba de inmediato: “*It is a harnessing of the basic power of the universe. The force from which the sun draws its power has been loosed against those who brought war to the far east*” (8) (“es ponerle las riendas a la fuerza básica del universo. La fuerza de la que el sol extrae su poder ha sido desatada contra aquellos que trajeron la guerra al lejano oriente”). Pero en Hiroshima no había ya radiodifusoras civiles y tampoco llegaba hasta allí un sólo periódico. En medio del caos, producido no se sabía cómo ni por qué, carente de medios para investigar, el Dr. Hachiya intentaba resolver poco a poco el rompecabezas. Pero el rompecabezas se tornaba cada vez más complejo.

El día cuarto después de la explosión, al final de la ronda clínica que, como en los días anteriores, había dirigido desde su lecho de enfermo, el Dr. Hachiya no podía dar crédito a los informes: casi todos los pacientes, independientemente de si el motivo de hospitalización había sido quemaduras o heridas o ambas, e independientemente de la extensión y gravedad de las lesiones, tenían nuevos signos y síntomas: todos presentaban pérdida del apetito, la gran mayoría tenía náuseas y meteorismo, la mitad presentaba vómito (algunos de ellos con hematemesis), muchos presentaban diarrea (varios de ellos con hematoquezia), unos pocos evidenciaban pequeñas hemorragias subcutáneas y un paciente con dolor de garganta tenía numerosas hemorragias pequeñas en la boca y bajo la piel. La situación clínica de este último paciente “era tanto más desconcertante cuanto que el hombre había llegado al hospital quejándose de debilidad y náuseas, sin que al parecer estuviera herido”, narra el Dr. Hachiya, pero lo más desconcertante era que “de todos estos pacientes ni uno sólo presentaba síntomas típicos de algún mal conocido”.

Puesto que no existía ninguna correlación entre las lesiones por las que habían requerido hospitalización y los nuevos hallaz-

gos clínicos, el Dr. Hanaoka, jefe del Departamento de Medicina Interna, había iniciado, bajo la supervisión del Dr. Hachiya, una clasificación tentativa de los pacientes con base en estos nuevos signos y síntomas. Los pacientes podían dividirse en tres grupos: “1) Los afectados por náuseas, vómitos y diarrea cuyo estado mejoraba. 2) Los afectados por náuseas vómitos y diarrea cuyo estado permanecía estacionario. 3) Los afectados por náuseas, vómitos y diarrea, que presentaban hemorragias subcutáneas o de otro tipo”. Este último conjunto de pacientes, además, era idéntico con el conjunto de los pacientes cuyo estado tendía a empeorar. Si todos los pacientes de este último grupo hubieran estado quemados o heridos, reflexionó el Dr. Hachiya, habría sido factible tratar de “aplicar la ley de causa y efecto y suponer que los extraños síntomas estaban relacionados de una u otra forma con las heridas recibidas, pero tantos parecían ilesos que nos vimos obligados a admitir que estábamos en presencia de un mal desconocido por la ciencia”. ¿No se deberían estos nuevos síntomas a una descompresión súbita asociada a la explosión, parecida, aunque en una escala mucho mayor, a las lesiones que pueden presentarse en quienes ascienden a gran altura o en buzos que ascienden muy rápido desde las profundidades? ¿Diseminaba gases tóxicos la explosión?. La mente del Dr. Hachiya trabajaba continuamente en resolver estos problemas que ahora hacían parte de su vida cotidiana.

Al día siguiente, el sexto después de la explosión, pudo ponerse de pie y abandonó su lecho de enfermo. De inmediato se dirigió a la prefectura para tratar de obtener suministros para sus pacientes y para el personal que seguía laborando y viviendo en el hospital. Fue entonces cuando llegó a Hiroshima la noticia de que también Nagasaki “había sido bombardeada con una misteriosa arma, nueva, con los mismos resultados devastadores [y] también en esa ciudad se había visto un resplandor intenso y oído un ruido muy fuerte”.

Siete días después del *pikadon* llegarían los primeros informes fragmentarios sobre esa misteriosa arma de la que, seguramente, dependerían los misteriosos efectos que el Dr. Hachiya estaba observando en sus pacientes. El interés por averiguar el origen de los misteriosos fenómenos que se habían presentado sobre los objetos había pasado a un segundo plano para el Dr. Hachiya, ahora su interés primordial eran los extraños fenómenos que se estaban presentando en sus pacientes, pero no olvidaba en ningún momento que ambos, los efectos sobre las cosas y los efectos sobre las personas estaban conectados a la nueva arma.

La primera noticia concreta sobre la nueva arma le llegó por boca del Capitán Fujihara, un amigo de la familia Hachiya que los había visitado el día antes de la explosión y había regresado a Hiroshima a buscarlos. Se alegró de encontrarlos con vida: “considero un milagro que hayan sobrevivido -les dijo-, al fin de cuentas, la explosión de una bomba atómica no es cosa de todos los días”. “¿Una bomba atómica? -le preguntó el Dr. Hachiya- ¿No es esa la bomba que según dicen puede volar todo Saipán con apenas 10 gramos de hidrógeno?”. No es de extrañar que el Dr. Hachiya tuviera al menos una idea remota de lo que se trataba: las bombas atómicas ya existían en la ciencia ficción desde que Herbert George Wells publicara *The World Set Free* en 1914 y, de hecho, fue la lectura de esta novela en 1932 la que inspiró a

Leo Szilárd a indagar sobre las posibilidades bélicas de la energía atómica y a concebir y patentar un proceso, basado en la reacción en cadena, que podría ser utilizado como una bomba (9). Así que, para una persona culta, al tanto de los desarrollos científicos de la época, no era un misterio que tal artefacto fuera posible, lo que faltaba por probarse era que fuera factible en aquel momento del desarrollo de la técnica.

Preocupado por la salud de sus pacientes el Dr. Hachiya quiso saber más, sobre todo cuando su visitante le contó que había obtenido la información en el Hospital Naval de Iwakuni. ¿Sabía algo el Capitán Fujihara respecto a enfermedades nuevas o epidemias en Iwakuni? Lo único que sabía era que allí tenían en observación y trataban a víctimas de Hiroshima. Pero el Dr. Hachiya quería saber aún más. Lo poco que sabía el informante era que “al parecer presentan los síntomas de un mal terrible”. Pero ¿cuál es la enfermedad, cuáles son sus síntomas y sus signos, se sabe algo de su causa, cómo evoluciona, tiene una cura?. En el sobrio estilo literario del Dr. Hachiya estas preguntas apenas se insinúan, lo único que anotó, escuetamente, fue que el capitán no era médico y, por tanto, no pudo contar mucho sobre la enfermedad, “aunque tenía entendido que se relacionaba con una pérdida importante de glóbulos blancos”. Ese mismo día, en la ronda clínica, el Dr. Hachiya se dio cuenta que aumentaban los casos de úlceras sangrantes y dolorosas en boca y la garganta y que la mortalidad iba en aumento en este grupo de pacientes... pero no tenía microscopio (todos los microscopios del hospital, incluso uno que guardaba en la caja fuerte del hospital, habían sido destruidos por la explosión) y tampoco contaba con reactivos y el laboratorio era una montaña de cristales rotos. De inmediato puso en marcha los precarios mecanismos institucionales, que estaban apenas tratando de restablecer, para conseguir un microscopio: en toda Hiroshima no había quedado uno solo que fuera utilizable. Enviado con un mensajero especial, el ansiado microscopio llegaría desde Tokio !nueve días más tarde el décimo quinto día después de la catástrofe.

Sin laboratorio, sin reactivos, sin microscopio, el Dr. Hachiya se dedicó en los días siguientes a cuidar de sus enfermos y a tratar de poner al día las historias clínicas: “por vagos que fueran los datos históricos y clínicos que pudiésemos recoger, algún día tendrían valor. Nuestra ciudad era la primera en la historia del mundo sometida a los efectos devastadores de una bomba atómica”.

En las rondas clínicas de los días siguientes, descubrió que entre los *Hibakusha* (denominación que ya entonces se daba a quienes estuvieron expuestos a la bomba: *baku* significa explosión, *hibaku* es la forma pasiva de *baku* y designa aquello que recibe los efectos de una explosión y *sha* es persona) uno de cada cinco había desarrollado petequias en el tronco y en las extremidades. Pronto se dio cuenta además de que, a pesar de los días transcurridos desde el *pikadon*, la presencia de petequias era mayor en el grupo de pacientes que habían estado más cerca del centro de la explosión y confirmó algo que ya antes había observado con respecto a otros signos y síntomas (como la pérdida de apetito, el vómito, la diarrea y las lesiones orofaríngeas): muchos que al principio parecían haber escapado ilesos y que, incluso, habían logrado sobrevivir a la hematemesis y a la hematoquezia o a las lesiones orofaríngeas comenzaban a presentar petequias. Peor aún,

en los días siguientes fue notorio que quienes tenían petequias comenzaban a sentirse cada vez más mal y morían rápidamente aquejados de disnea y dolor abdominal.

Al cumplirse dos semanas del bombardeo el Dr. Hachiya trató de hacer un balance de los problemas que afectaban a sus pacientes: en los primeros días los pacientes habían muerto a centenares por un cuadro clínico caracterizado por “malestar general, inapetencia, eructos, diarrea y vómitos pero la intensidad de estos síntomas no guardaba ninguna relación con la extensión de las heridas o de la quemaduras”; una semana más tarde quienes habían sobrevivido a ese síndrome se habían restablecido, pero empezaron a morir las personas que desarrollaron estomatitis y “una especie de amigdalitis gangrenosa”; después la mortalidad había disminuido pero ahora volvía a aumentar entre aquellos que estaban desarrollando petequias. Algunos sugirieron volver a pensar en la baja de glóbulos blancos producida, a lo mejor, por los efectos tóxicos de la amigdalitis gangrenosa, pero el Dr. Hachiya no podía convencerse de que la leucopenia fuese secundaria a la amigdalitis, podría ser al contrario; pero no tenía como comprobarlo. Sólo una cosa tenía clara hasta el momento, su impotencia frente a la enfermedad desconocida: “el hecho de que murieran tantos pacientes sin que acertásemos a explicarnos la causa de esas muertes era desesperante”.

Cuando llegó el microscopio, a los 15 días del *pikadon*, se iniciaron de inmediato los recuentos de glóbulos blancos. Con las primeras 50 muestras ya era indudable que había una estrecha correlación, directamente proporcional, entre el número de glóbulos blancos de los pacientes y la distancia a la que estaban del epicentro en el momento de la explosión (a menor distancia menos leucocitos). A partir de entonces el Dr. Hanaoka sería el encargado de practicar periódicamente el recuento de glóbulos blancos de los pacientes y del personal y mantendría informado al Dr. Hachiya.

Al día siguiente un nuevo signo vino a sumarse a los ya anotados. Algunos pacientes se quejaron de que se les caía el pelo a manotadas. El Dr. Hachiya se dedicó a examinar cuidadosamente el cuero cabelludo de todos los pacientes que visitaba en la ronda clínica y en todos, sin excepción, advirtió la presencia de un mayor o menor grado de alopecia. Sin embargo no fue posible demostrar una correlación entre la severidad de la alopecia, presente en casi todos los pacientes (el propio Dr. Hachiya confiesa que, preocupado, había estado arrancándose el pelo a mechones) y la presencia de petequias o el estado general de salud.

De acuerdo con los informes del Dr. Hanaoka, en los casos en los que el recuento de glóbulos blancos era inferior a 1.000 (invariablemente se trataba de personas que habían estado a menos de 1.500 metros del epicentro) eran más frecuentes las formas severas de estomatitis y faringoamigdalitis gangrenosa, pero en los casos más leves de leucopenia, por encima de 1.000, la leucopenia no constituía un signo ominoso: a la tercera semana el número de glóbulos blancos se había restablecido en todos aquellos que habían estado a más de 3.000 o 4.000 metros del epicentro en el momento de la explosión.

Pero los pacientes seguían muriendo y esta vez la muerte estaba invariablemente asociada a la presencia de petequias. El día 21 murió una de las pacientes más cercanas al Dr. Hachiya. Había tenido petequias y caída del cabello como tantos otros pacientes,

pero además, había presentado dolor abdominal persistente en los últimos 5 días, a pesar de haberse restablecido del cuadro gastrointestinal de la primera semana. Ninguno de los médicos que la examinó pudo confirmar la presencia de peritonitis o de obstrucción intestinal. ¿Sería una pancreatitis hemorrágica o un embarazo ectópico roto? se preguntó el Dr. Hachiya. La única manera de averiguarlo era realizar una autopsia. Fue necesario realizarla en la mesa de rayos X porque el laboratorio de patología hacía parte de los lugares imaginarios del hospital a partir del incendio. El cadáver (“encontré al Dr. Katsube en la sala de rayos X con el cadáver de la paciente sobre la mesa, listo para iniciar la autopsia. Tras inclinarme en señal de respeto hacia la muerta -refiere el Dr. Hachiya-, me aproximé a la mesa”) tenía un hígado pequeño pero congestivo y el bazo era también pequeño, había petequias en la superficie del estómago, del intestino grueso, del intestino delgado, del hígado y del peritoneo, la cavidad abdominal estaba llena de sangre que no había coagulado a pesar del tiempo transcurrido desde la muerte. “¿Había perdido la sangre parte de su poder de coagulación?”, se preguntó el Dr. Hachiya.

Al día siguiente por la noche llegó, procedente de la Facultad de Medicina de la Universidad de Okayama, el Dr. Tamagawa, profesor de patología y compañero de estudios del Dr. Hachiya en Okayama: “Hachiya, -le dijo- ¡Estuve en la prefectura y los muy imbéciles tuvieron la osadía de decirme que no permitirán autopsias en Hiroshima [...] ¿Cómo vamos a averiguar algo en una situación como ésta sin autopsias?”. El Dr. Hachiya lo puso al tanto de sus observaciones, sobre todo de una de las características comunes a los pacientes fallecidos en la última semana: todos habían estado a menos de 1.000 metros del epicentro cuando estalló la bomba. A partir de entonces, el Dr. Tamagawa se encargó, casi secretamente, de realizar las autopsias.

Por su parte, el día 25 después de la explosión, el Dr. Hachiya quiso ayudar en el recuento globular. Esperaba encontrar la ya conocida leucopenia de los pacientes expuestos a la explosión y, además, anemia secundaria a la pérdida sanguínea por heridas y quemaduras. Pero esperaba igualmente encontrar formas eritrocitarias inmaduras como parte de la respuesta medular a la anemia y no encontró ningún eritrocito inmaduro en ningún paciente. No sólo estaban alterados los glóbulos blancos, también los precursores de los glóbulos rojos se habían visto afectados.

El día 26 después de la explosión, el 31 de agosto de 1945, el Dr. Hachiya encontró al Dr. Hanaoka al lado de sus estudiantes frente a una larga hilera de pacientes que esperaban al lado de la Consulta Externa a que les realizaran los hemogramas. Se acercó a saludarlo y vio que habían llegado ya algunos reactivos de Tokio, entre ellos un frasco de solución de oxalato de amonio para el recuento plaquetario. El Dr. Hachiya se interesó por los resultados: “Veo que está haciendo recuento de plaquetas”. “Eso tratamos -le respondió el Dr. Hanaoka- pero son tantos los especímenes que carecen totalmente de plaquetas que poco o nada hay que contar”.

En conexión con la información que acababa de recibir del Dr. Hanaoka, el Dr. Hachiya recordó de inmediato los hallazgos de la necropsia que había realizado con el Dr. Katsube y fue como si otro resplandor, esta vez esperanzador, surgiese en medio de la oscuridad en la que había estado sumido. Sin darle explicaciones al Dr. Hanaoka corrió a buscar al Dr. Tamagawa. Este acababa de

realizar la cuarta autopsia: invariablemente, en los cuatro casos, la causa de la muerte era pérdida de sangre, pero “la extensión de las petequias y las manifestaciones superficiales de la hemorragia no guardaban ninguna relación con la magnitud de la hemorragia en los órganos internos. Tampoco la magnitud de la hemorragia interna era la misma en todos los órganos”. Eso explicaba la diferencia en los síntomas terminales de la enfermedad: dependían del órgano más afectado por la hemorragia, pero en todos los casos con petequias la muerte había sido producido por la trombocitopenia.

Hasta el momento habían considerado que la característica de la enfermedad producida por el *pikadon* era la leucopenia, pero ahora era obvio que se trataba de una afección de todo el sistema hematopoyético, también los glóbulos rojos y las plaquetas habían sido afectados (y el bazo y el hígado, como demostraban las necropsias): “el cuadro patológico del mal de radiación empezaba a cobrar forma”. Por otra parte, el Dr. Hachiya consideró que la caída del cabello se debía a una alteración en el sistema de nutrición de las raíces aunque, de momento, no tenía manera de corroborarlo.

Para nosotros, sesenta y cinco años de desarrollo científico y técnico después, lo que estaba ocurriendo con los pacientes del Dr. Hachiya resulta más que evidente: ¿cómo no pensó antes en las plaquetas? ¿por qué le tomó tanto tiempo establecer que se trataba de un compromiso hematopoyético? ¿por qué no pensó en la radiación y sí pensó en cambios por descompresión o gases tóxicos?. Sin lugar a dudas uno de los instrumentos que más hemos desarrollado los médicos y que utilizamos con más frecuencia es el retrospectoscopio, sobre todo cuando se trata de criticar a nuestros colegas por no haber actuado de tal o cual manera o por no haber modificado la conducta en tal momento o por no haber realizado determinado examen; pero no podemos olvidar que el Dr. Hachiya no podía saber *a priori* que estaba asistiendo a los primeros casos de lo que más tarde se denominaría Síndrome Agudo por Radiación (10,11).

Si bien es cierto que para entonces María Curie ya había muerto (en 1934) como consecuencia de una enfermedad por radiación, en realidad no se trataba de un Síndrome Agudo por Radiación sino de anemia aplásica, resultado de su exposición crónica a fuentes radioactivas. La primera muerte por Síndrome Agudo por Radiación documentada en occidente ocurriría seis semanas después de la explosión de la bomba atómica sobre Hiroshima. Por la misma época en la que el Dr. Hachiya estaba llevando a cabo sus investigaciones (sin recursos y en condiciones de vida difíciles), un investigador recibió a partir de una fuente de plutonio una dosis aproximada de 800 rep como consecuencia de un accidente que, paradójicamente, tuvo lugar en la base de Los Alamos dos semanas después del bombardeo de Hiroshima (12) (1 rep o *Röntgen equivalent physical*, era una antigua medida de absorción de radiación que fue remplazada más tarde por el rad y por el gray, y equivalía aproximadamente a 0.93 rad o 0.0093 gray). La LD50/60 de radiación ionizante -dosis de radiación necesaria para matar al 50% de la población expuesta antes de 60 días sin atención médica- es 2.5 gray. Todos los pacientes del Dr. Hachiya y él mismo, puesto que presentaron alopecia, habían recibido por lo menos 3 gray de radiación (13). Esto da una idea aproximada de la proeza médica realizada por el Dr. Hachiya y por sus colaboradores.

El día 28 después de la explosión, día de la firma del Acta de Rendición del Japón (tres días antes Mc Arthur se había instalado en Tokio), el Dr. Tamagawa le contó al Dr. Hachiya que para el día siguiente, 3 de septiembre, estaba programada una visita de académicos de la Universidad de Tokio al Hospital de Comunicaciones con el fin de dar unas conferencias.

Los conferencistas en el improvisado auditorio fueron el profesor Hitoshi Miyake, Patólogo de la Universidad de Tokio, quien había realizado algunas de las primeras autopsias en víctimas del bombardeo de Hiroshima (14), y el Dr. Masao Tsuzuki quien había estudiado en la Universidad de Pensilvania los efectos de la radiación en conejos entre las dos guerras mundiales. Anota el Dr. Hachiya, ya hacia el final de su diario, que en las conferencias ambos dijeron “casi exactamente lo mismo que nosotros habíamos descubierto en el hospital”. Aunque admite que le molestó que se les hubieran adelantado en dar parte del resultado de los estudios, la serenidad y modestia del Dr. Hachiya son tan proverbiales como su franqueza: “Pero cuando mencionó algunas de las dificultades que debió vencer para llegar a esas conclusiones -añade el Dr. Hachiya-, me sentí mejor dispuesto hacia él”.

Con una sola y lacónica frase, que podría servir de epílogo al titánico esfuerzo (propio y de sus colegas en el Hospital de Comunicaciones) por investigar en el fin del mundo y sin recursos el origen de una enfermedad con el único fin de ayudar a otros, el propio Dr. Hachiya cierra ese capítulo de su vida al que no volverá a referirse en lo poco que resta del *Diario*. Desde la perspectiva de un observador externo (o de un lector) la frase no parece que les haga justicia, pero sí brilla con luz propia como prueba del talante, ajeno a toda vanidad, de verdaderos investigadores como el Dr. Hachiya: “Me alegró ver confirmadas nuestras conclusiones”.

Después, la *Atomic Bomb Casualty Commission*, designada y supervisada estrechamente por las fuerzas de ocupación, se haría cargo de toda la investigación sobre el Síndrome Agudo por Radiación. El 19 de septiembre de 1945, Mac Arthur, *Supreme Commander of the Allied Powers*, impuso un estricto código de prensa con el fin de controlar las publicaciones periódicas, tanto de noticias como de otro carácter, incluyendo las publicaciones científicas. Todos los informes con respecto a la bomba atómica, se tratara de noticias o de publicaciones científicas, fueron cuidadosamente censurados puesto que se consideraba que “podían trastornar el orden público en Japón”. El ya mencionado Dr. Tsuzuki, como experto mundial que era en el tema de los efectos biológicos de la radiación, haría parte de dicha comisión, pero ser miembro de la comisión no lo excluyó de la censura (15) y dos años más tarde sería retirado no sólo de la Comisión sino también de su cargo en la Universidad de Tokio y en el Instituto Nacional de Investigación por sus repetidos intentos por publicar sus observaciones, aunque se adujo que la necesidad de retirarlo se basaba en el hecho de haber alcanzado el grado de Almirante en el antiguo Cuerpo Médico de la Armada Imperial. Los propios científicos norteamericanos de la Comisión se vieron obligados a apelar esta decisión y lograron que Norman T. Kirk, General del Cuerpo Médico de la Armada Estadounidense, le concediese la gracia de seguir sus investigaciones sobre los efectos biológicos de la radiación bajo estricta supervisión Norteamericana. El Dr. Tsuzuki afirmaría más tarde en diversas entrevistas que los

científicos norteamericanos publicaron, como si fueran propias, investigaciones realizadas por investigadores japoneses (16).

Existe consenso entre los historiadores recientes sobre que la necesidad de censura no era solamente el temor a una alteración del orden público en el Japón: también existía la necesidad de moldear la imagen que los propios Norteamericanos tuvieran de la intervención de su país en el Japón con el fin de que la respuesta fuera lo más positiva posible. La ausencia de evidencia visual de los efectos de las bombas serviría para reforzar esa imagen positiva: las autoridades de ocupación se encargaron de manera muy eficiente, durante los primeros años, de suprimir cualquier imagen en la que aparecieran cadáveres o sobrevivientes mutilados y las únicas imágenes a las que tuvieron acceso los Norteamericanos fueron las del famoso “hongo nuclear” (“*mushroom cloud*” fue su nombre en Inglés) que, hasta en su nombre, quería dar la impresión de un evento natural ajeno por completo a cualquier intención o acción de origen humano (17).

El 28 de abril de 1952, luego de la entrada en vigor del Tratado de Paz de San Francisco (firmado el 8 de septiembre de 1951), los japoneses asumieron el control y, con ello, la censura con respecto a la publicación de investigaciones o escritos sobre la bomba atómica se fue haciendo cada vez más laxa. El diario del Dr. Hachiya permanecería sin publicarse, como consecuencia de la censura, hasta 1955.

La parábola del Dr. Hachiya es múltiple: actuó como un científico y un ser humano en condiciones bastante adversas, a su modo fue un héroe de la ciencia en el mejor de los sentidos que se le pueda dar a esta palabra. Es posible escudriñar la historia de la ciencia en los años previos a la gesta del Dr. Hachiya y encontrar científicos que, en medio de la carrera armamentista que caracterizó el preludio de la segunda guerra mundial y el periodo de la guerra, boyantes de recursos económicos para la investigación, estuvieron investigando sobre la fisión nuclear al tiempo que había también una fisión, una escisión mejor, en su núcleo moral: sabían y no sabían para qué se iba a utilizar el conocimiento que estaban desarrollando y les importaba y al mismo tiempo no les importaba. Los nombres de grandes entre los grandes, como Albert Einstein, Otto Hahn, Niels Bohr, Otto Frisch, Rudolf Peierls, Leo Szilárd, Eugene Wigner, Enrico Fermi, Ernest O. Lawrence, James B. Conant o Robert Oppenheimer, figurarán siempre, de manera directa o indirecta, al lado de la historia del Proyecto Manhattan que daría origen a las primeras tres bombas atómicas: *The Gadget*, detonada en el desierto de la Jornada del Muerto el 16 de julio de 1945, *Little Boy* detonada sobre Hiroshima el 6 de agosto de 1945 y *Fat Man* detonada sobre Nagasaki el 9 de agosto de 1945. Lo aterrador es que al lado de nombres como Einstein o Szilárd que hicieron lo que pudieron desde el punto de vista político y académico para que la bomba atómica no fuera lanzada ni siquiera como una “demostración técnica” (sin objetivo militar o civil alguno), hubo otros nombres como Compton, Fermi, Lawrence y Oppenheimer sentados en el “Comité Interino” (de hecho, ellos eran el “Comité Interino”) que decidió, entre otras cosas: lanzar la bomba atómica, no hacer una demostración técnica sino llevar a cabo una acción militar directa, elegir como blanco una fábrica de armamento que empleara numerosos trabajadores y que estuviera estrechamente rodeada

por las casas de esos trabajadores y, finalmente, no advertirle a la población civil que su ciudad iba a ser víctima de un ataque nuclear (18).

Obviamente al lado de los grandes figuran otros personajes más pequeños (y también más oscuros habría que agregar), pero cuyo empeño fue decisivo para que estos artefactos alumbraran la faz de la tierra con una luz “más brillante que mil soles” (“*brighter than a thousand suns*” dijo Robert Oppenheimer, el director del Proyecto Manhattan, en su hinduismo trasnochado, mientras observaba la explosión de *The Gadget*) y trajeran muerte y sufrimiento inéditos en la historia del hombre [*“I am become Death, the shatterer of worlds”*—“Me he convertido en La Muerte, destructora de mundos”—agregó Oppenheimer luego de la frase anterior; ambas frases fueron tomadas, no muy fielmente por cierto, del Bhágavad-guitá (19)].

Uno de dichos personajes fue Vannevar Bush. Encargado por Franklin D. Roosevelt de crear y dirigir el *National Defense Research Committee* al comienzo de la segunda guerra mundial y más adelante de dirigir la *Office of Scientific Research and Development*, fue el encargado de la administración del Proyecto Manhattan hasta 1943 cuando la administración pasó a manos del ejército (20). Sin embargo, Vannevar Bush continuaría pendiente del proyecto como delegado directo de Roosevelt y estaría presente en la explosión de *The Gadget*.

Además de su papel en el Proyecto Manhattan, Vannevar Bush, que se veía a sí mismo como un “administrador científico”, tuvo que ver con todo el proceso de desarrollo de la investigación científica de los Estados Unidos de América en la última mitad del siglo XX. En 1945, poco antes de morir, Roosevelt le había solicitado a Bush un informe sobre el papel de la ciencia en el desarrollo de los Estados Unidos de América una vez concluida la guerra. Titulado *Science, The Endless Frontier*, sería Truman el encargado de recibir el informe y de aplicar sus recomendaciones. En la postguerra y durante todo el periodo de la guerra fría, tanto la investigación como las políticas de financiación de la investigación y las relaciones entre el estado y los investigadores se rigieron por los criterios establecidos por Vannevar Bush.

Si bien es cierto que los conceptos opuestos (o complementarios, como se quiera) investigación básica e investigación aplicada, pueden intuirse en la obra de Galileo Galilei y en la de Francis Bacon, padres de la ciencia tal como la conocemos, dichos conceptos no se encuentran allí de manera explícita; ambos conceptos alcanzaron su plena madurez y entraron en pleno uso a partir del magín de Vannevar Bush en *Science, The Endless Frontier*. Por si a alguien le queda alguna duda sobre cómo utiliza Bush ambos conceptos, baste decir que desde su perspectiva el trabajo del Dr. Hachiya sería investigación aplicada, mientras que las investigaciones que antecedieron a la fabricación de la bomba atómica serían investigación básica. Obviamente hay un momento en que este tipo de investigación básica, según Bush, debe dar paso a la investigación aplicada (por ejemplo -el ejemplo es mío- a la construcción y explosión de la bomba atómica) y, aunque es consciente de que en ocasiones el límite entre investigación básica e investigación aplicada no es muy preciso, insiste en que es la investigación básica la que marca el paso del progreso tecnológico (“*the pacemaker of technological progress*”) (21).

Son innumerables las discusiones centradas alrededor de esa pareja antinómica “ciencia básica-ciencia aplicada” y habría que reconocerle a Vannevar Bush haber planteado el problema. Sin embargo, lo hizo de tal manera que para todo el mundo pareció claro, pero sobre todo para los investigadores, que no había sino dos maneras de trabajar como investigador: o dedicándose a las ciencias puras o dedicándose a las ciencias aplicadas. Uno de los análisis más lúcidos sobre este (falso) dilema es el que lleva a cabo Donald E. Stokes en su libro “El Cuadrante de Pasteur” (22). De acuerdo con Stokes el modelo de Bush se queda corto y no es capaz de representar de manera fiel todos los procesos que se dan a lo largo del desarrollo de la ciencia y de la investigación, así como los dilemas y dificultades que plantea cada investigación en particular. Esto sin contar con la idea de Bush de que es la investigación básica, exclusivamente, el marcapasos del desarrollo científico (idea que daría a los gobiernos la falsa convicción de que habría que privilegiar a la investigación básica sobre la investigación aplicada).

Para Stokes, al llevar a cabo una investigación, la oposición no se da entre si la investigación es básica o aplicada, sino entre si la investigación está inspirada en la búsqueda de una comprensión básica de un fenómeno natural o si la investigación está inspirada en consideraciones sobre la utilidad práctica de un posible desarrollo obtenido a partir de la misma. Parecen ser las mismas categorías de Bush con otro nombre, pero no hay que confundir, en el caso de Stokes no se trata de categorías sino de perspectivas y toda investigación debe ser mirada desde ambas perspectivas. Para cualquier investigación habría que hacer las dos preguntas sobre sus motivos (o, como poéticamente la denomina Stokes, su inspiración) y responder “sí” o “no” a cada pregunta. ¿Me mueve a investigar este problema el interés por entender un proceso básico? o ¿Me mueve a investigar este problema el deseo de utilizar su solución para...?

Esto daría lugar a cuatro posibles situaciones: un investigador en un caso determinado puede responder “sí” a la primera pregunta y “no” a la segunda, o responder “no” a la primera y “sí” a la segunda, o responder “sí” a ambas preguntas, o responder “no” a ambas. En el primer caso el investigador estaría situado, dice Stokes, en el cuadrante de Bohr: sin interés en la aplicación práctica y solamente con el deseo de comprender o de explicar un proceso básico de la naturaleza. En el segundo caso el investigador estaría en el cuadrante de Edison: sin interés por explicar o entender nada y solamente con el deseo de producir un artefacto útil. En el tercer caso, el investigador estaría en el cuadrante de Pasteur: con interés tanto en la explicación de un fenómeno natural como en su aplicación práctica (las investigaciones de Pasteur sobre fenómenos tan básicos como la fermentación o la imposibilidad de la generación espontánea, realizadas en el marco de investigaciones de utilidad práctica inmediata como la producción de vinos o las enfermedades del gusano de seda, son un ejemplo contundente). El cuarto cuadrante no está vacío: es posible investigar por puro placer, sin que se tenga en mente una aplicación práctica inmediata o sin que se trate de un intento de explicación de un fenómeno básico de la naturaleza, como es el caso (el ejemplo es de Stokes) de los observadores de aves. Ahora bien, nada impide que una investigación en desarrollo

cambie de cuadrante en algún momento. Es factible, por ejemplo, que el observador de aves termine por derivar su investigación del mero placer de observar a la comprensión de un fenómeno fundamental como las migraciones y su papel en la preservación de ciertas especies o a un problema práctico sobre la preservación de un cierto humedal.

Al modelo de los cuadrantes de Stokes, modelo sin lugar a dudas superior al modelo lineal-antagónico de Bush, le falta sin embargo un lugar más preciso para incluir investigaciones como la del Dr. Hachiya. Se podría decir que esta cabe en el cuadrante de Edison dado el interés del Dr. Hachiya por un problema práctico: aliviar el sufrimiento de sus pacientes, pero también podría afirmarse que pertenece al cuadrante de Pasteur dado el doble interés por comprender (¿pero como comprender sin recursos para investigar?) y por ayudar. De cualquier manera la dimensión humana escapa por completo a los cuadrantes, no hay forma de incluirla: también la investigación que se desarrolló en Alamogordo, años después de las investigaciones básicas “puras” de Bohr, Hahn y Strassmann, cabe perfectamente en el cuadrante de Pasteur, pero desde el punto de vista humano no es posible incluir en la misma categoría al Dr. Hachiya y al Dr. Openheimer, pues mientras el Dr. Hachiya tuvo que trabajar sin recursos para tratar de establecer la causa del daño que sufrían sus pacientes buscando su alivio, otros científicos, el mismo Openheimer, con la misma formación, con el mismo espíritu preconizado por Bacon y por Galileo, habían estado trabajando desde unos años antes en pro de causar ese daño. El Dr. Hachiya quería saber, pero su interés científico no era mera curiosidad, ni epistemofilia refleja, estaba movido por el deseo de ayudar a los demás, su ciencia no era “pura”, era una ciencia honrosamente contaminada de humanismo, una ciencia del hombre para el hombre.

La investigación médica en Colombia, en la actualidad y seguramente durante muchos años, no está en condiciones de competir con los países del primer mundo en lo que a investigación básica se refiere. Tratamos de hacer, es cierto, y la hacemos bien, no cabe duda, investigación en el cuadrante de Bohr, pero nunca al nivel que deseáramos y muy lejos aún de la cota de los investigadores de otras latitudes. Tampoco nuestras condiciones tecnológicas se prestan para que avancemos mucho, sin depender de equipos, tecnología y capital procedentes del exterior, en el cuadrante de Edison. Por otra parte, no conviene, en medio de nuestras necesidades, que nos dediquemos a la pura y placentera contemplación del cuadrante de los observadores de aves. Nos queda el cuadrante de Pasteur: hacer ciencia tratando de comprender fenómenos básicos de nuestra problemática al tiempo que intentamos una aproximación práctica, útil, a la dilucidación de un determinado proceso o problema de salud. Lo prueban las tres investigaciones originales que publica Acta Médica Colombiana en este número, todas sobre problemas prácticos y candentes de nuestra población y todas relacionadas con fenómenos básicos como la fisiología del sueño, el desempeño del ventrículo izquierdo como bomba y la función renal en los pacientes con trasplante hepático. Habría que ponderar además que en los tres casos la pregunta que le faltó a Stokes, ¿existe un valor humano agregado en esta investigación?, se responde con un rotundo “sí” (queda el problema teórico de que ya no podríamos hablar de los cuadrantes de Stokes o del

cuadrante de Pasteur, sino que habría que referirse a los octantes, con el fin de incluir la dimensión Hachiya).

Referencias

1. **Hachiya M.** Diario de Hiroshima de un Médico Japonés. Madrid: Turner Publicaciones; 2005: 236 pp.
2. **Canetti E.** Prólogo al Diario de Hiroshima del Dr. Hachiya. En Hachiya M: Diario de Hiroshima de un Médico Japonés. Madrid: Turner Publicaciones; 2005: pp 7-14.
3. **Reed BC.** The Physics of the Manhattan Project. 2nd ed. Heidelberg: Springer; 2010: pp 39-74.
4. Strategic Bombing Survey: The Effects of the Atomic Bombings of Hiroshima and Nagasaki, June 19, 1946. President's Secretary's File, Truman Papers. 2. Hiroshima, página 8 de 51. Harry S. Truman Library and Museum. U. S. Disponible en http://www.trumanlibrary.org/whistlestop/study_collections/bomb/large/documents/index.php?pagenumber=11&documentid=65&documentdate=1946-06-19&studycollectionid=abomb&groupid=. Consultado el 15 de septiembre de 2011.
5. **Frank RB.** Downfall: The End of the Imperial Japanese Empire. London: Penguin Publishing; 2001: p 286.
6. Strategic Bombing Survey: The Effects of the Atomic Bombings of Hiroshima and Nagasaki, June 19, 1946. President's Secretary's File, Truman Papers. 2. Hiroshima, página 11 de 51. Harry S. Truman Library and Museum. U. S. Disponible en http://www.trumanlibrary.org/whistlestop/study_collections/bomb/large/documents/index.php?pagenumber=11&documentid=65&documentdate=1946-06-19&studycollectionid=abomb&groupid=. Consultado el 15 de septiembre de 2011.
7. **Yamazaki J.** Pika Don. En: Children of the Atomic Bomb. Disponible en: <http://www.aasc.ucla.edu/cab/200708230003.html>. Consultado el 15 de septiembre de 2011.
8. Press release by the White House, August 6, 1945. Subject File, Ayers Papers. Harry S. Truman Library and Museum. U. S. Disponible en http://www.trumanlibrary.org/whistlestop/study_collections/bomb/large/documents/index.php?documentdate=1945-08-06&documentid=59&studycollectionid=abomb&pagenumber=1. Consultado el 15 de septiembre de 2011.
9. **Rodes R.** The Making Of The Atomic Bomb. New York: Simon & Schuster; 1986: pp 13-28.
10. Centers for Disease Control and Prevention. Acute Radiation Syndrome: A Fact Sheet for Physicians. Disponible en <http://www.bt.cdc.gov/radiation/arsphysicianfactsheet.asp>. Consultado el 15 de septiembre de 2011.
11. **Waselenko JK, MacVittie TJ, Blakely WF, et al.** Medical management of the acute radiation syndrome: Recommendations of the Strategic National Stockpile Radiation Working Group. *Ann Intern Med* 2004; **140**:1037-1051.
12. **Stratton WR.** A Review of Criticality Accidents. Los Alamos Scientific Laboratory of the University of California. Los Alamos, New Mexico. September 26, 1967. pp 30-33. Disponible en: <http://library.lanl.gov/cgi-bin/getfile?00314607.pdf>. Consultado el 15 de septiembre de 2011.
13. **Mettler FA, Voelz GL.** Major radiation exposure—what to expect and how to respond. *N Engl J Med* 2002; **346**: 1554-1561.
14. Hiroshima Peace Memorial Museum WebSite; Special exhibition: It's an atomic bomb. Damage surveys in the post-war turmoil. Disponible en: http://www.pcf.city.hiroshima.jp/virtual/VirtualMuseum_e/exhibit_e/exh0307_e/exh03075_e.html. Consultado el 15 de septiembre de 2011.
15. Hiroshima Peace Memorial Museum WebSite. Special exhibition: It's an atomic bomb. Survey Activities under the Occupation. The Special Committee for the Investigation of A-bomb Damages and Japan-US Joint Commission. disponible en: http://www.pcf.city.hiroshima.jp/virtual/VirtualMuseum_e/exhibit_e/exh0307_e/exh03076_e.html. Consultado el 15 de septiembre de 2011.
16. **Lindee MS.** Suffering Made Real: American Science and the Survivors at Hiroshima. Chicago: University Of Chicago Press; 1997: p 25.
17. **Boyer P.** Exotic Resonances: Hiroshima in American Memory. En Hogan MJ (Ed.): Hiroshima in History and Memory. Cambridge: Cambridge University Press; 1996: pp 143-167.
18. Nuclear Files.org. Project of th nuclear age peace foundation. Chronology on Decision to Bomb Hiroshima and Nagasaki. Disponible en: <http://nuclearfiles.org/menu/key-issues/nuclear-weapons/history/pre-cold-war/hiroshima-nagasaki/decision-drop-bomb-chronology.htm>. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
19. **Hijiya JA.** The Gita of J. Robert Oppenheimer. *Proceedings of the American Philosophical Society* 2000; **144** (2): 123-167.
20. **Carpintero-Santamaría N.** La Bomba Atómica: el factor humano en la segunda guerra mundial. Barcelona: Díaz de Santos; 2007: pp 81-151.
21. **Bush V.** Science: The Endless Frontier. A Report to the President by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development, July 1945 (United States Government Printing Office, Washington: 1945). Disponible en <http://www.nsf.gov/about/history/vbush1945.htm>. Consultado el 15 de septiembre de 2011.
22. **Stokes DE.** Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation. Washington: Brookings Institution Press; 1997: 180 pp.