

Ubicación histórica de la tecnología nuclear

Mauricio Shoiget

Vivimos en un mundo naturalmente radioactivo. A diferencia de otros fenómenos naturales, tales como la propiedad de ciertos materiales de adquirir cargas electrostáticas, o el ferromagnetismo, la percepción de la radioactividad es muy reciente en la historia. También difiere de estos, ya conocidos desde la antigüedad, en el periodo que media entre la percepción del fenómeno y su utilización práctica ha sido extremadamente corto, no de milenios sino solamente de algunas décadas. Pero hay otra distinción aún más fundamental, que consiste en que ningún otro descubrimiento ni ninguna otra tecnología han desencadenado potencialidades tan cataclísmicas.

Ninguna sociedad que conozcamos se reproduce sin generar y difundir ideologías, es decir sistemas de errores, o de representaciones incorrectas o falsas que cumplen una función social, o los códigos para construir estos sistemas, cuya función es la de aglutinar y homogeneizar a la sociedad, complementaria y articulada con las represivas del Estado.

Las ideologías dominantes en una sociedad operan también como filtros para la difusión de mensajes socialmente aceptables. El desencadenamiento de las posibilidades destructivas de las tecnologías nucleares causó una ola de justificada desconfianza y zozobra entre millones de hombres y mujeres en todo el mundo que eran sus víctimas potenciales. Si para las fuerzas sociales dominantes la aparición de las tecnologías nucleares abría nuevas perspectivas para consolidar sus formas de dominación, que se habían visto amenazadas y sacudidas en el transcurso de grandes batallas de clase, para hacer posible la difusión y generalización de estas formas tecnológicas se imponía desarmar a estos sectores sociales subordinados, mediante una operación con dos designios complementarios. Se trataba por un lado, de enfatizar las

posibilidades productivas de las nuevas tecnologías, por otro de negar o minimizar los aspectos destructivos asociados a las potencialidades productivas, mediante el uso de mecanimos ideológicos. Una de las formas que utilizaron fue la inserción de una afirmación verídica, la de que el mundo es naturalmente radiactivo, en un discurso falaz cuya función era la de ocultar los cambios, tanto cuantitativos como cualitativos, que la aparición de las tecnologías nucleares implicaba con respecto a la situación preexistente, es decir aquella en que la especie humana estaba solamente afectada por la radioactividad natural. Desmontar los mecanimos de esta manipulación ideológica constituye uno de los objetivos del presente trabajo.

La radioactividad se define como la capacidad de un material de emitir partículas alfa o beta, o rayos gamma, por parte de los núcleos de determinados elementos. Ello resulta en una transmutación espontánea, o conversión de un elemento en otro, tal como se lo habían propuesto los alquimistas en la Edad Media. A diferencia de los ya mencionados fenómenos electrostáticos o ferromagnéticos, su descubrimiento es, como ya dijimos, relativamente reciente, ya que fue realizado en 1898, hace menos de cien años, por el físico francés Henri Becquerel. La fisión nuclear representa una clase particular de fenómenos radioactivos, en la cual los núcleos de un elemento pesado, como el uranio o el torio, se parten en dos, con una gran emisión de partículas, radiación y calor. Fue descubierta en 1939 por los físicos alemanes Otto Hahn y Fritz Strassmann, y constituye el fundamento de las armas nucleares y de la producción de energía eléctrica de origen nuclear. Esta última requiere de una fisión controlada a lo largo de un periodo prolongado, a diferencia del caso de las bombas, en las que la explosión representa una liberación violenta de energía. El control en la reacción se obtiene en un reactor nuclear, en el que la velocidad de ésta es gobernada por una sustancia llamada moderador, que desacelera los neutrones que se producen, lo que se debe a los choques de éstos con los átomos de un elemento liviano, tal como el carbono bajo la forma de grafito, el berilio o el deuterio presente en la así llamada agua pesada. El primer experimento de fisión nuclear controlada lo realizó Enrico Fermi en Chicago en 1942, y las primeras centrales nucleares para la produc-

ción de energía eléctrica comenzaron a funcionar en los Estados Unidos y en la Unión Soviética en 1954.

La consideración fundamental para la comprensión de los efectos de las tecnologías nucleares sobre el medio ambiente y la especie humana reside en que si bien la radioactividad está espontáneamente presente en la naturaleza, los materiales radioactivos lo están en cantidades relativamente pequeñas. Este hecho está vinculado al tardío descubrimiento del fenómeno, en circunstancias en que la física, la química y la mineralogía eran ya ciencias desarrolladas, que habían estudiado y caracterizado miles de compuestos químicos y de minerales antes de encontrarse con su primeras manifestaciones. No solamente se trata de materiales relativamente escasos, sino que los más peligrosos elementos radioactivos no se encuentran en la naturaleza, sino que han sido producidos por acción humana, o si se hallan lo están en cantidades mucho más pequeñas que los menos peligrosos. Si ello no fuera así, es decir en un ambiente natural más radioactivo, probablemente el descubrimiento de la radioactividad hubiera podido ser más temprano, y también sería plausible suponer que la humanidad sufriría de una mayor incidencia de enfermedades como el cáncer. Más aún, para un ambiente natural suficientemente radioactivo, podríamos imaginar que las condiciones serían lo bastante adversas como para impedir la aparición de la especie humana, y aun en toda forma de vida.

Por ello, el examen de la peligrosidad de las tecnologías nucleares requiere tomar en cuenta estas posibilidades, hasta ahora ocultas o poco mencionadas. La aparición de éstas sobre la escena histórica constituye un salto cualitativo en la historia de los riesgos ambientales, porque introduce en el medio ambiente cantidades enormes de materiales radioactivos, totalmente diferentes de los espontáneamente presentes, lo cual no sólo aumenta los peligros en forma dramática, sino que cambia sus características.

La radioactividad natural proviene de dos fuentes, los rayos cósmicos y los materiales radioactivos. Los primeros fueron descubiertos hacia los años veinte. Constituyen una forma de radiación proveniente del espacio exterior, que barre la superficie terrestre, variando su intensidad para diferentes localidades y según la altura

sobre el nivel del mar, siendo su valor medio del orden de 0.1 rem. Consiste mayormente en núcleos atómicos positivamente cargados y partículas subatómicas, y produce isótopos radioactivos en la alta atmósfera, tales como el carbono-14, el tritio y el berilio-7, los que se generan en cantidades pequeñas.

La segunda forma de radioactividad proviene de los depósitos naturales de materiales radioactivos como el uranio. Los minerales de éste contienen además cantidades pequeñas de otros elementos radioactivos extremadamente tóxicos, como el radio y el polonio. El uranio se desintegra muy lentamente, en tiempos del orden de los miles de millones de años. El radio tiene una vida media de 1622 años, convirtiéndose en gas llamado radón.

No hay razones para suponer que la radiación cósmica sea inocua, y podemos conjeturar que produce cáncer, pero no existe ningún procedimiento para determinar su incidencia cuantitativa. Algunos investigadores, como los estadounidenses Linus Pauling y Ralph Lapp, le han adjudicado el 10% de los casos de cáncer.¹ En cuanto a los isótopos radioactivos que ésta genera, no se han detectado efectos discernibles causados por éstos. Si los tiene el gas radón que exhalan los depósitos de mineral de uranio, que ha mostrado efectos mortales para los mineros del uranio, entre quienes causa una alta incidencia de cáncer del pulmón. Entre éstos se observó una gran mortandad antes de que se introdujeran medidas de protección, tales como el uso de máscaras y la ventilación de las minas, que probablemente reducirán la incidencia de la enfermedad. Podemos también conjeturar que afecta a la población cercana a las minas o yacimientos de mineral radioactivo, que generalmente están situados en lugares poco poblados o de difícil acceso, así como a la que se localiza cerca de depósitos del mineral de jales extraído de las minas, o de desechos de tratamiento del mineral, aunque no conocemos estudios cuantitativos al respecto.

También cabe mencionar que existen fenómenos radioactivos de aplicación médica, como lo serían los rayos-X, que tampoco son inocuos. La investigadora

¹ McKinley Olson, *Unacceptable Risk*, Bantam Books, New York (1976), p. 93.

británica Alice Stewart demostró en 1958 que la dosis de rayos-X a que se exponía a madres embarazadas podía producir un aumento detectable de la incidencia de cáncer de los niños así expuestos.² El ya mencionado Lapp ha estimado que los rayos-X causarían el 5% de los casos de cáncer en Estados Unidos.

En contraste con lo anterior, la aparición de la tecnología nuclear de fisión no sólo produce un aumento brutal de la radioactividad ambiental, sino también *isótopos radioactivos que tienen efectos específicos*, a diferencia de los naturalmente presentes, con excepción del radón. En otras palabras, causan enfermedades y matan, no sólo por exposición externa a la radiación, sino por contaminación del aire, del agua y de los alimentos. Cada isótopo radioactivo tiene efectos y periodos de actividad que son específicos. En la fisión del uranio, controlada o no, se produce el plutonio, e isótopos como el estroncio-90, el cesio-137 y el yodo-131. El plutonio no existe en la naturaleza, y es el segundo elemento más tóxico que se conoce —el primero es el radio—, ya que un micrograma inhalado es suficiente para producir cáncer del pulmón; su vida media es de 24000 años. El yodo-131 contamina el agua, de donde pasa a la glándula tiroides, produciendo tumores, no mortales en la mayoría de los casos, pero que requieren de tratamiento quirúrgico. En tanto que la peligrosidad del yodo-131 es menor que la del plutonio, porque sólo permanece durante semanas o meses y produce una enfermedad más susceptible de ser tratada, su efecto puede ser sumamente importante en términos del número de víctimas, dependiendo de las medidas de prevención que se tomen en caso de accidente, o ensayos nucleares o guerra nuclear. El estroncio-90 entra en la cadena alimentaria a través de la alimentación del ganado, de donde pasa a la leche y a los huesos humanos, produciendo cáncer de los huesos. Su vida media es de 28 años. El cesio-137 tiene una vida media de 30 años, y afecta los tejidos musculares, causando asimismo cáncer.

La humanidad aprendió lo anterior a costa de miles o centenares de miles de muertes —la cifra exacta tal vez no se podrá saber nunca. En efecto, la historia de las

tecnologías nucleares muestra que el proceso de reconocimiento de los riesgos de la radioactividad fue prolongada y difícil, no sólo por las dificultades físicas para la detección de algunos de los fenómenos, sino porque hubo *factores ideológicos que jugaron el papel de obstáculos epistemológicos*.

Toda la historia de estas tecnologías muestra que la subestimación de los riesgos es uno de sus rasgos más persistentes, que comienza con las primeras aplicaciones, y que está lejos de haber terminado.

En efecto, cuando se descubrió el radio —entre cuyas primeras víctimas hay que contar a su descubridora María Curie—, una de las primeras aplicaciones fue la producción de pintura luminiscente para relojes. Sólo en una pequeña planta en New Jersey se dieron más de cuarenta casos de cáncer entre 1915 y 1926.³ El cáncer fue identificado como enfermedad ocupacional de los mineros del uranio hacia 1930. Entre 1939 y 1945, cuando comenzó un auge de la minería del uranio para la producción de bombas, las operaciones estuvieron envueltas en el secreto militar, y éste precedía a cualquier otra consideración: no se sabe que se haya tomado en cuenta la peligrosidad de éstas. Pero tampoco posteriormente se tomaron precauciones en las minas. En algunos casos una alta proporción de los mineros murieron de cáncer. El U.S. Public Health Service estimó posteriormente que entre el 10 y el 20% de los mineros de minas subterráneas de uranio —también las hay a cielo abierto— morirían de cáncer del pulmón.⁴

Tampoco hubo mayores preocupaciones con los desechos tóxicos y radioactivos producidos en el tratamiento del mineral, que fueron a contaminar el agua del río Colorado —que desemboca en México— y con ello al agua potable de muchas poblaciones; ni con el material de jales, que fue utilizado como relleno en la construcción de casas en varias localidades del estado de Colorado, exponiendo a sus habitantes al mismo gas radón que ya había matado a miles de mineros. Sólo en 1972, varias décadas después de comenzada la explotación del uranio,

² Walter Patterson, *Nuclear Power*, Penguins (1976), p. 149.

³ *Idem* ref. 2, segunda edición (1983), p. 105.

⁴ *Idem* ref. 2, p. 90.

el gobierno de Estados Unidos decidió asignar fondos para evitar la dispersión del material de jales.⁵

Los riesgos que causa la radiación son cualitativamente diferentes a otros tipos de riesgos en varios aspectos, en tanto que la radiación es invisible y sólo resulta detectable con instrumentos especiales, y en el hecho de que los efectos suelen ser de muy largo plazo. Todo ello hace que sean difíciles de evaluar.

La historia de la identificación de los riesgos y de la fijación de estándares de seguridad en cuanto a éstos está atravesada por controversias que no han terminado, y afectada por una recolección de datos notoriamente insuficiente, que incluye el ocultamiento, particularmente en el caso de los ensayos nucleares en la atmósfera. La recopilación de datos se ha revelado insuficiente en la operación normal de las plantas nucleares, en los casos de accidentes de éstas, y en medidas de seguimiento de la población afectada. Ello da origen a considerables incertidumbres en la evaluación de varios riesgos; tanto en la estimación del número de las víctimas causadas por los ensayos nucleares en la atmósfera, como en la de los riesgos de operación normal de las plantas, y en el caso de accidentes nucleares.

Las controversias incluyeron a las protagonizadas por los investigadores John Gofman, Arthur Tamplin y Ernest Sternglass, sobre los efectos de los ensayos nucleares en la atmósfera; y entre este último y una compañía eléctrica en torno a la dispersión de radioactividad originada en la planta de Shippingport, Pennsylvania, en 1972. También se dieron en torno a los efectos de la radioactividad sobre la salud de los trabajadores de las plantas, y de otras instalaciones, incluyendo las de tipo militar. No sólo se han dado casos de retiro de fondos a investigadores que encontraron resultados adversos, sino hechos sorprendentes, como por ejemplo que el *National Cancer Institute* de Estados Unidos no tenga un programa de investigación sobre cáncer inducido por radiación.⁶

La controversia ha incluido aspectos tales como la existencia de un umbral para los daños por radiación, para el cual no hay una justificación biológica o física.

Desde 1928 existe una Comisión Internacional de Protección Radiológica. Se trata de un organismo que incluye radiólogos de varios países, que se perpetúa a sí mismo, y que fija estándares de radiación supuestamente tolerables. Qué significa un nivel tolerable no es una pregunta fácil de contestar, pero podría suponerse que no es equivalente a radiación inocua, sino que no da origen a efectos detectables, o fácilmente detectables. La Comisión Internacional de Protección Radiológica incluye especialistas que provienen de los programas nucleares nacionales, y que de consiguiente podemos suponer tienen una predisposición en favor de éstos. En Estados Unidos la Academia de Ciencias (*National Academy of Sciences*) tiene un comité sobre los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes (*Biological Effects of Ionizing Radiation*), que publica reportes sobre el tema. La controversia ha llegado a este organismo, ya que uno de estos documentos fue retirado de la circulación en 1980, para ser revisado de una forma favorable a la industria nuclear, lo que resultó en una devastadora crítica de la versión revisada por el mismo presidente del citado comité.⁷

La minimización de los daños y de la probabilidad de accidentes ha sido una empresa constante por parte de los organismos encargados de la supervisión y promoción de las tecnologías nucleares, de los monopolios privados o estatales que producen equipo nuclear, de los consorcios eléctricos que entraron en el juego, y de grupos de técnicos y científicos conectados con estas corporaciones, incluyendo a organismos de técnicos y científicos de la rama nuclear, como la Academia Mexicana de Ciencia y Tecnología Nucleares, físicos nucleares destacados como el Premio Nobel Hans Bethe, etc. La evidencia contraria, poco estudiada y ocultada, se ha ido acumulando, sin embargo, a lo largo de décadas, y aun cuando generalmente es fragmentaria, va teniendo un peso creciente en la percepción del problema. Esta incluye datos sobre la mayor incidencia de cáncer en la población cercana y en la dirección de los vientos dominantes que barren la planta militar de Rocky Flats, en el estado de Colorado, E.U.; entre los trabajadores de astilleros que construyen

⁵ *Idem* ref. 1, p. 101

⁶ *Idem* ref. 1, p. 137.

⁷ *Idem* ref. 3, p. 235.

submarinos nucleares; entre los trabajadores del depósito de desechos nucleares de Hanford, estado de Washington, E.U.;⁸ entre la población vecina a la planta de reprocesamiento de uranio en Sellafield, Gran Bretaña.⁹

Los factores ideológicos probablemente influyeron en la percepción de los peligros de la radioactividad. Los venenos radiactivos no son menos peligrosos que los que tienen una acción puramente química. Estos últimos están representados por símbolos claramente asociados a imágenes que evocan el mal, las desgracias y los padecimientos. Pero cuando un grupo de organismos internacionales se reunió para diseñar un símbolo internacional que cumpliera la función de advertir sobre los peligros de los materiales radioactivos, en circunstancias en que apenas comenzaba la difusión de las tecnologías nucleares en medio de una oleada de ilimitado e infundado optimismo sobre sus posibilidades benéficas, se dio entre los participantes, aun en esa etapa tan temprana, un desacuerdo acerca del tipo de símbolo. Los representantes de organismos sindicales favorecían una calavera sonriente, con un

aura de líneas onduladas que emanarían de ella. Pero los portavoces de los gobiernos y de grupos industriales rehusaron categóricamente sancionar un tal diseño, por considerarlo demasiado tremebundo. Como resultado de ello el diseño finalmente adoptado fue un círculo con tres hojas desplegadas desde éste, inteligible solamente para aquellos a quienes hubiera sido previamente explicado, y totalmente desprovisto de asociaciones, ya sea benéficas o malévolas.¹⁰

La relación entre símbolo y efecto simbolizado, presente para venenos convencionales, ausente para los radioactivos, debe entonces considerarse como un producto de una lucha ideológica, y la alineación que se dio en ésta no puede haber sido casual, sino resultado de la resistencia espontánea de aquéllos que iban a ser desarmados. En la medida en que la lucha antinuclear se transforma de espontánea en consciente se crean las condiciones para que el lenguaje vaya perdiendo las connotaciones ideológicas. Ello eventualmente tendrá que reflejarse también en los símbolos.

⁸ *Idem* ref. 3, p. 236.

⁹ "Sellafield remains at the centre of the storm", en *Nature* 322, 31 de julio de 1986, p. 395.

¹⁰ *Idem* ref. 3, pp. 103-104.

