

Lecciones tardías de alertas tempranas: ciencia, precaución, innovación

RESUMEN

Documento traducido por la Fundación Vivo Sano del libro
Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation.
Summary. EEA Report No 1/2013



Índice

Este documento es una traducción realizada por la Fundación Vivo Sano del libro *Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation*. Summary. EEA Report No 1/2013. Agradecemos a Ignacio López C. la labor de traducción del documento original.

www.vivosano.org | contacta@vivosano.org
+34 912 999 411



Copyright notice

© EEA, Copenhagen, 2013

Se autoriza la reproducción, siempre que se reconozca la autoría, salvo donde se establezca lo contrario.

Información sobre la Unión Europea disponible en internet. Se puede acceder a través del servidor Europa (www.europa.eu).

Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2013

ISBN 978-92-9213-349-8

ISSN 1725-9177

doi:10.2800/70069

European Environment Agency

Kongens Nytorv 6

1050 Copenhagen K Denmark

Tel.: +45 33 36 71 00

Fax: +45 33 36 71 99

Web: eea.europa.eu

Enquiries: eea.europa.eu/enquiries

Sobre este documento	4
Reconocimientos	5
Prefacio	7
1 Introducción	12
■ Parte A Lecciones de los riesgos para la salud	
2 El principio de precaución y las falsas alarmas — lecciones aprendidas	17
3 El plomo del petróleo hace que “la mente falle”	19
4 Demasiado que tragar: contaminación del agua corriente con PCE	20
5 La enfermedad de Minamata: un desafío a la democracia y a la justicia	21
6 El “problema de relaciones públicas” del berilio	23
7 La manipulación de la investigación por la industria tabaquera	24
8 Cloruro de vinilo: una saga de secretismo	25
9 El pesticida DBCP y la infertilidad masculina	26
10 Bisfenol A: ciencia contestada-valoraciones divergentes de la seguridad	27
11 DDT: cincuenta años desde “Primavera silenciosa”	28
■ Parte B Lecciones emergentes de los ecosistemas	
12 Antiincrustantes biocidas de refuerzo: ¿se repite la historia?	30
13 Etinil estradiol en el medio acuático	31
14 Cambio climático: la ciencia y el principio de precaución	32
15 Inundaciones: lecciones de las primeras advertencias	34
16 Insecticidas para tratamiento de semillas y las abejas	35
17 Ecosistemas y gestión de las dinámicas de cambio	36
■ Parte C Problemas emergentes	
18 Últimas lecciones de Chernobyl, primeras advertencias de Fukushima	37
19 Hambre de innovación: de los cultivos MG a la agricultura ecológica	39
20 Especies foráneas invasivas: ¿una amenaza creciente pero ignorada?	41
21 Móviles y riesgo de tumor cerebral: primeras advertencias, ¿primeras medidas?	42
22 Nanotecnología — primeras lecciones de las primeras advertencias	44
■ Parte D Costes, justicia e innovación	
23 Entender y tener en cuenta los costes de la inacción	45
24 Proteger a los primeros en advertir y a las últimas víctimas	46
25 ¿Por qué la industria no reacciona ante las primeras advertencias?	48
■ Parte E Implicaciones para la ciencia y el gobierno	
26 Ciencia para la toma precavida de decisiones	50
27 ¿Más o menos precaución?	51
28 En conclusión	53

Sobre este documento

En 2001 la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA por sus siglas en inglés) publicó *Lecciones tardías de alertas tempranas*, un informe en el que se mostraban efectos nocivos para salud y medio ambiente debidos a factores como la utilización de sustancias químicas tóxicas.

En 2013 publicó el segundo volumen, un análisis de 750 páginas en el que se incluyen el estudio de 20 nuevos casos y su implicación en política, ciencia y sociedad.

Este documento es una traducción del Resumen del libro, realizada por la Fundación Vivo Sano para la presentación de *Lecciones tardías de alertas tempranas* en España, el 19 de noviembre de 2015.

Fundación Vivo Sano

Desde su presentación en 2011, la Fundación Vivo Sano viene desarrollando numerosas acciones en las áreas de salud y medio ambiente, a nivel divulgativo, formativo y político. En particular, centra su acción en el riesgo asociado a la exposición a tóxicos ambientales y uso adecuado de nuevas tecnologías.

En 2012, junto con la EEA, realizó el *Congreso de riesgos para la salud pública y el medio ambiente*, en el cual se enfatizaba la importancia de la aplicación del Principio de Precaución.

A través de diferentes campañas, sostiene contactos políticos a nivel nacional y europeo, priorizando la comunicación al gran público a través de eventos e impacto en medios de comunicación.

Reconocimientos

Este informe ha sido preparado por la Agencia Ambiental Europea (EEA, por sus siglas en inglés) con contribución sustancial de muchos autores externos. La EEA está especialmente agradecida a aquellos autores que escribieron los capítulos de estudios de caso.

El creador del proyecto *Lecciones tardías de alertas tempranas* en la EEA fue David Gee.

Nuestro reconocimiento al equipo editorial: David Gee, Philippe Grandjean, Steffen Foss Hansen, Sybille van den Hove, Malcolm MacGarvin, Jock Martin, Gitte Nielsen, David Quist y David Stanners.

La EEA también agradece a los miembros del consejo asesor la contribución de su experiencia al Proyecto durante muchos años: Joan Martinez Alier, Philippe Bourdeau, Sylvaine Cordier, Sven Dammann, Michael Depledge, Frans Evers, Silvio Funtowicz, Thomas Jakl, Martin Kraye von Krauss, Owen McIntyre, Jerome Ravetz, Nicolas de Sadeleer, László Somlyódy, Sofia Vaz y Theo Vermeire.

Apoyo a producción: Mike Asquith, John James O'Doherty, Peter Saunders, Pia Schmidt y Bart Ullstein.

Autores que han contribuido: Jeroen Aerts, Maria Albin, Mikael Skou Andersen, Iulie Aslaksen, Anders Baun, Constança Belchior, Henk van den Berg, Lisa A. Bero, Keith Beven, Eula Bingham, Riana Bornman, Henk Bouwman, Diana M. Bowman, Sarah Brunel, Michael Carlberg, Argelia Castaño, Barry Castleman, David Owain Clubb, Charlie Clutterbuck, Carl Cranor, Paul Dorfman, Eladio Fernández-Galiano, Gary Fooks, Aleksandra Fucic, Silvio Funtowicz, David Gee, Piero Genovesi, Andreas Gies, Anna Gilmore, Philippe Grandjean, Hartmut Grassl, Tee L. Guidotti, Nigel Haigh, Steffen Foss Hansen, Mazazumi Harada, Lennart Hardell, Jack A. Heinemann, Vernon H. Heywood, Sybille van den Hove, James Huff, Susan Jobling, Bill Kovarik, Christoph Kueffer, Zbigniew W. Kundzewicz, Henrik Kylin, Malcolm MacGarvin, Laura Maxim, Andrew Maynard, Jacqueline McGlade, Owen McIntyre, Marc Le Menestrel, Bert Metz, David Michaels, Erik Millstone, Celeste Monforton, Anne I. Myhr, Herbert Needleman, Joy Onasch, Richard Owen, David Ozonoff, Andrew R.G. Price, David Quist, James W. Readman, Johnny Reker, David M. Richardson, Julian Rode, Christina Rudén, Jennifer Beth Sass, Richard Schmuck, Noelle E. Selin, Jeroen van der Sluijs, Katherine Smith,

Morando Soffritti, Ana M. Soto, Hans von Storch, Stephen Thomas, Joel A. Tickner, Klement Tockner, Toshihide Tsuda, Pier Vellinga y Takashi Yorifuji.

Los capítulos de estudios de caso han sido revisados desde una amplia variedad de perspectivas. La EEA quiere agradecer a todas las instituciones y expertos que tan generosamente han cedido mucho de su tiempo y conocimiento durante el proceso de revisión por pares.

La EEA también quiere dar las gracias a Domingo Jiménez Beltrán, Philippe Bourdeau, Jane Keys, Malcolm MacGarvin, Andy Stirling y Brian Wynne por ser fuentes continuas de inspiración

e ideas a lo largo de todo el proceso de producción de los dos volúmenes de *Lecciones tardías de alertas tempranas*.

La EEA quiere recordar con gran agradecimiento a Poul Harremøes, director del equipo editorial de *Lecciones tardías de alertas tempranas* Volumen 1, y Masazumi Harada, co-autor del of Capítulo 5 sobre la enfermedad de Minamata, que trabajaron a lo largo de su carrera en la contaminación con mercurio.

Prefacio

Una inversión en conocimiento reporta el mejor interés.

Benjamin Franklin
'*The Way to Wealth*' (1758).

Hay algo profundamente equivocado con nuestra forma de vivir hoy. Existen a nuestro alrededor corrosivas patologías de desigualdad — siendo éstas el acceso a un ambiente seguro, atención sanitaria, educación o agua limpia. Éstas se ven reforzadas por acciones políticas a corto plazo y un lenguaje socialmente divisivo basado en la adulación a la salud. Una respuesta progresiva requerirá no solo un mayor conocimiento del estado del planeta y sus recursos, sino también la conciencia de que muchos aspectos seguirán sin ser conocidos. Necesitaremos una forma más ética de tomar las decisiones públicas basándose en un lenguaje en el que se puedan expresar mejor nuestros instintos morales y nuestras preocupaciones. Estos son los principales objetivos del Volumen 2 de *Lecciones tardías de alertas tempranas*.

El Volumen 1 de *Lecciones tardías de alertas tempranas* se publicó en un tiempo en que el mundo estaba atravesando una desaceleración económica, China se había unido a la Organización Mundial del Trabajo y Europa occidental era todavía una Unión de 15 miembros. La producción global de grano había descendido por tercera vez en cuatro

años, debido sobre todo a sequías en Norteamérica y Australia, viendo el mundo casos importantes de carne contaminada, enfermedad de pie y boca y la encefalopatía espongiiforme bovina (la enfermedad de las vacas locas). Las temperaturas globales seguían subiendo y muchas especies de aves estaban en declive, pero EE.UU. había rechazado el Protocolo de Kyoto. Nos veíamos a nosotros mismos a través de la lente de la primera secuencia del genoma humano, pese a que intentábamos manejar químicos de los que se sabía que dañaban a los humanos y a los ecosistemas, a través de convenios y tratados internacionales tales como el Convenio de Basilea que trata del vertido de residuos tóxicos en el mundo en desarrollo; los convenios OSPAR/ HELCOM para reducir las descargas, emisiones y pérdidas de sustancias peligrosas en el mar y el protocolo de Montreal, para la retirada gradual de las sustancias causantes del agujero de ozono. Acababa de producirse la destrucción del World Trade Center.

Desde entonces, hemos sido testigos de un periodo de extraordinaria arrogancia. Lo más visible, el derroche de la primera década del siglo que llevó de manera inexorable a las crisis de 2007-2009 por las que resultaron debilitados hasta el extremo los principales componentes del sistema financiero internacional por el

endeudamiento, las bajadas de los precios, políticas monetarias laxas y la mal diseñada protección contra los riesgos y la incertidumbre.

El mundo experimentó más y no menos volatilidad. Los sistemas políticos estaban enfangados con intereses bastardos y una determinación de los ciudadanos a proteger los activos acumulados en tiempos mejores, subyaciendo a todo ello una crisis ambiental más profunda materializada en el cambio climático y la pérdida de biodiversidad.

También hubo un desplome de la confianza, no solo en las instituciones financieras, sino también en las grandes empresas, al abandonar estas los planes de pensiones y de asistencia sanitaria de su personal. Evidencia reciente de la psicología social ha demostrado que, a pesar de los niveles crecientes de educación e innovación en productos y servicios, la gente solo confía en los que conoce y no en los extraños. Como decía Stephen Green en *Valor Bueno: reflexiones sobre dinero, moralidad y un mundo incierto* en 2009:

‘Se ha roto la confianza de manera masiva: en el sistema financiero, en los banqueros, en los negocios y en quienes los lideran, en los políticos, en los medios de comunicación, en el proceso de globalización completo – todos ellos severamente perjudicados, en los países ricos y en los pobres por igual.’

Las élites científicas han ido también perdiendo lentamente respaldo público. Esto se debe en parte al creciente número de ejemplos de errónea certeza en relación con la ausencia de daño, lo que

ha retrasado las acciones preventivas para reducir los riesgos para la salud humana, a pesar de la evidencia en contrario.

De repente, nuestros problemas se han convertido en lo que Charles W. Churchman en 1967 llamó problemas malvados — difíciles o imposibles de resolver por los incompletos, contradictorios y cambiantes requisitos, la dificultad de su reconocimiento, la resistencia a la resolución debido a la complejidad de sus interdependencias y que han de ser atajados no solo de una, sino de varias formas de poder social. Resolverlos requiere una nueva combinación de poder jerárquico, solidaridad e individualismo.

¿Qué podría significar esto, por ejemplo, para los cien mil químicos actualmente en uso comercial?

Para empezar, tenemos hoy más convenios y tratados en vigor que hace una década: el Convenio de Rotterdam de 2004 sobre el procedimiento de Consentimiento Informado Previo (PIC, por sus siglas en inglés) que cubre el comercio internacional de 24 pesticidas, cuatro formulaciones pesticidas gravemente peligrosas y once químicos industriales; la Convención de Estocolmo 2004 sobre Tóxicos Orgánicos Persistentes para proteger la salud humana y el ambiente contra las sustancias que son altamente tóxicas, persistentes, se acumulan biológicamente y pueden desplazarse largas distancias por el ambiente, como el DDT, los PCB, varios químicos industriales y una serie de derivados químicos no intencionados, como la dioxina. Pero estos convenios solo abordan la aproximación jerárquica

de abajo arriba al poder.

Al mismo tiempo, Europa ha legislado para lograr una influencia regulatoria global incluyendo la Directiva sobre Cosméticos de la UE, que prohíbe el uso de químicos que se sabe que causan, o que son altamente sospechosos de ser carcinógenos, toxinas reproductivas, o mutágenos que provocan cáncer, mutaciones o defectos de nacimiento; la Directiva sobre Restricción de Sustancias Peligrosas que restringe el uso de materiales peligrosos en la fabricación de diversos tipos de equipamiento electrónico y eléctrico, materiales como plomo, mercurio, cadmio, cromo hexavalente, los retardantes de llama bifenilos polibromados y éteres Difenil polibromados, y que anima a su sustitución por alternativas seguras/más seguras en la industria del equipamiento eléctrico y electrónico; la estrechamente relacionada Directiva sobre Residuos de Equipamiento Eléctrico y Electrónico de la UE en 2006 para la recogida, reciclaje y recuperación de material eléctrico; la Aproximación Estratégica a la Gestión Internacional de Químicos de 2006 (SAICM, por sus siglas en inglés); y el Registro, Evaluación y Autorización de Químicos de la UE en 2007, ampliamente conocido por sus siglas en inglés, REACH, para asignar una mayor responsabilidad a la industria en la gestión los riesgos de los químicos y para proporcionar información sobre la seguridad de las sustancias. En diferentes capítulos se describen los efectos de estas herramientas regulatorias, pero estas de nuevo apuntan a los principales actores económicos más que a las comunidades o a los individuos.

Una cosa que ha quedado clara en la pasada década es que ciertas sustancias químicas son altamente estables por naturaleza y pueden tener efectos duraderos y muy variados antes de descomponerse en una forma inocua. El riesgo de un compuesto estable es que se puede acumular biológicamente en los tejidos grasos a concentraciones muy superiores a veces a las del ambiente circundante.

Se sabe que depredadores, como los osos polares, pescados y focas magnifican biológicamente ciertos químicos en concentraciones incluso mayores con consecuencias devastadoras tanto para los seres humanos como para los ecosistemas. Por tanto, la exposición a químicos tóxicos y ciertos alimentos suponen un riesgo de causar daño, especialmente a grupos vulnerables, como los fetos en el vientre o a la infancia, cuando se construye el sistema endocrino de forma activa. Incluso con exposiciones a dosis pequeñas, las consecuencias pueden ser en algunos casos devastadoras con problemas que van de cáncer a impactos serios en el desarrollo humano, enfermedades crónicas o discapacidades de aprendizaje. Aquí el poder de actuar podría estar mejor establecido por personas y comunidades bien informadas.

La relación entre conocimiento y poder está en el corazón del Volumen 2. Se exponen en muchos capítulos los lazos implícitos existentes entre las fuentes de conocimiento científico sobre tóxicos, cambios ambientales y nuevas tecnologías, y poderosos intereses bastardos, tanto económicos como paradigmáticos. Una serie de autores

exploran también en mayor profundidad la corta vista de la ciencia regulatoria y su papel en la identificación, evaluación y gobierno de los recursos naturales y de los peligros físicos y químicos. Creando una mejor comprensión de estos aspectos normalmente invisibles, se confía en que este volumen capacite a las comunidades y a las personas para ser accionistas y participes más eficaces en el gobierno de las actividades económicas y de innovación en relación con los riesgos asociados para los seres humanos en el planeta.

Mucho de lo que podemos aprender de las historias de errores pasados ambientales y de salud pública es también aplicable directamente a la mejor regulación y gobierno de las instituciones globales y de los riesgos financieros y económicos. Robin G. Collingwood argumentaba en su *Autobiografía* (1939), que:

‘La historia puede ofrecer también algo distinto a las reglas científicas, concretamente, la percepción. La verdadera función de la percepción es informar a la gente acerca del presente... estudiamos historia para ver con más claridad la situación en la que se nos llama a actuar... el plano en el que aparecen últimamente todos los problemas es el plano de la vida “real”: aquél al que se refieren para sus soluciones es historia.’

En este volumen, vamos más allá. Mientras seguimos extrayendo lecciones de tragedias ampliamente aceptadas como la gasolina con plomo, la intoxicación con mercurio en la bahía japonesa de Minamata y antiguos pesticidas

que causaron la esterilidad de muchos hombres que los usaron, nos hemos aventurado entre las incertidumbres de daño potencial, aunque contestado, por los productos modificados genéticamente; nanotecnologías; químicos como el bisfenol A; pesticidas nuevos y teléfonos móviles.

También se examinan los aproximadamente 80 ‘falsos positivos’ donde había habido indicaciones de daño pero en los que se había sostenido que de hecho no había riesgos que prevenir: estos casos pueden proporcionar también información que puede ayudar a una mejor toma de decisiones en el futuro sobre innovación y tecnologías emergentes.

Una parte importante de una toma efectiva de decisiones reside en la forma en que se enmarquen los problemas. En el caso del cambio climático, la primera cuestión es si merece la pena preocuparse por él. El vicepresidente de EE.UU. Al Gore eligió convertir la pregunta en un tema de elegir entre creyentes y escépticos. Sin embargo, los problemas aparecieron cuando se pidió a la gente tomar decisiones científicas cuando muy pocas estaban cualificadas para hacer ningún tipo de juicio razonado. De hecho, se les pidió tomar una elección falsa. En su lugar, la cuestión debió enmarcarse en aquellas áreas en las que las personas y los gobiernos deberían tomar decisiones y en cuáles habría que delegar en expertos.

Al final hay unas pocas verdades duraderas en las ciencias ecológicas y biológicas, no en las economías, psicologías, sociologías y políticas que usamos para gobernarlas. Una, sin

embargo, viene de la obra de Elinor Ostrom, una malograda y muy añorada colega, que demostró en su trabajo con la gestión de piscifactorías y ecosistemas que los problemas complejos se pueden solucionar si la comunicación es abierta y transparente, se comparten las visiones, la confianza es alta y las comunidades se activan para trabajar de abajo arriba así como de arriba abajo.

Según navegamos por el Antropoceno, la época así llamada por nuestro impacto en el planeta, necesitaremos animar a más gente a que se implique en resolver los malvados problemas de nuestros tiempos. Sea por medio de la reunión de información local o sea volviéndonos más conscientes de las muchas incertidumbres y lo muy impredecible de nuestro entorno, las estructuras de poder del conocimiento tendrán que cambiar. Y si tenemos que actuar más responsablemente ante las primeras advertencias del cambio, tendremos que

rediseñar nuestro estilo de gobierno a uno que refleje un futuro definido por lo local y específico más que solo por lo global y el promedio. Confiamos en que el Volumen 2 de *Lecciones tardías de alertas tempranas*, con sus muchas lecciones y percepciones puede ayudarnos a superar tamaño desafío.



Profesora Jacqueline McGlade,
Directora Ejecutiva

1 Introducción

¿Por qué lecciones tardías de alertas tempranas?

El informe *Lecciones tardías de alertas tempranas* de 2013 es el segundo de este tipo producido por la Agencia Ambiental Europea (EEA, por sus siglas en inglés) en colaboración con un extenso equipo de autores externos y revisores inter pares.

El volumen 1 de *Lecciones tardías de alertas tempranas: el principio de precaución 1896–2000* publicado en 2001, estudiaba la historia de una selección de peligros ocupacionales, para la salud pública y ambientales y preguntaba si podíamos haber hecho mejor las cosas para tomar medidas lo suficientemente a tiempo para impedir el daño. Se extrajeron doce lecciones clave para una mejor toma de decisiones de casos donde la política pública fue formulada contra unos fundamentos de incertidumbre científica y ‘sorpresas’ — y donde se ignoraba con frecuencia la evidencia clara de peligros para las personas y el medio ambiente (ver cuadro en página 16).

Los 14 estudios de caso y 12 lecciones clave del informe de 2001 siguen siendo muy pertinentes hoy y subrayan cuatro razones principales para un segundo informe. La primera es relativa a la expansión de la aproximación de las

últimas lecciones para considerar importantes problemas adicionales largo tiempo conocidos con grandes implicaciones sociales, como el plomo en la gasolina, mercurio, humo ambiental de tabaco y el DDT así como problemas de los que han emergido lecciones más recientemente, como los efectos de la píldora anticonceptiva en la feminización del pescado y los impactos de los insecticidas en las abejas de miel.

La segunda afecta al relleno de un hueco reconocido en el informe de 2001, analizando el problema de los falsos positivos donde la regulación gubernamental se hizo con base en la precaución, resultando más tarde ser innecesaria. La mayoría de los casos examinados en los informes son ‘falsos negativos’ — ejemplos en los que existieron primeras advertencias, pero no se tomó ninguna medida preventiva.

La tercera razón es abordar la rápida emergencia de nuevos desafíos de amplia base social como la radiación de los teléfonos móviles, productos modificados genéticamente, nanotecnologías y especies foráneas invasivas y, si, cómo y dónde las medidas de precaución pueden intervenir.

La última razón guarda relación con

cómo las aproximaciones basadas en la precaución pueden ayudar a gestionar los múltiples desafíos rápidamente cambiantes a los que el mundo se enfrenta hoy, qué nuevas percepciones se pueden tener en este contexto y cómo estas pueden señalar oportunidades para innovaciones sostenibles y, con el apoyo de las tecnologías de la información, para una mayor participación pública en su selección.

Aproximación general

Al igual que en el Volumen 1, el intento en el Volumen 2 ha sido incluir una amplia selección de estudios de caso relevantes producidos por autores externos junto con capítulos escritos por miembros del equipo editorial del informe (ver la sección de reconocimientos para más detalles). Los temas relevantes para el tratamiento de los estudios de caso se eligieron con base en el consejo del editor, en colaboración con el equipo editorial y el consejo asesor, miembros del Comité Científico de la EEA y el Collegium Ramazzini¹.

Los capítulos del Volumen 2 están agrupados en cinco partes: A. Lecciones de los riesgos para la salud; B. Lecciones emergentes de los ecosistemas; C. Problemas emergentes; D. Costes, justicia

e innovación; y E. Implicaciones para ciencia y gobierno.

Los capítulos han sido escritos por autores que, en distintos grados, han estado sustancialmente implicados en el tema abordado. De hecho, no habrían hecho la aproximación si no hubieran estudiado ya en profundidad el caso sobre el que se les había pedido que escribieran.

De todos ellos se esperaba, en su condición de reputados expertos en sus campos y en línea con su formación científica profesional, que fueran lo más objetivos posible al responder a las preguntas que les planteó la EEA. Para reforzar esto, y para que hubiera coherencia entre los capítulos, se facilitaron siete cuestiones estructurales a todos los autores para que las siguieran a la hora de elaborar sus capítulos.

Los estudios de caso han sido revisados por reconocidos expertos inter pares en los respectivos campos, que han cedido parte de su tiempo de forma gratuita y han contribuido con su aportación dentro de las directrices editoriales proporcionadas por la EEA.

Alcance

El informe ha sido diseñado, estructurado y escrito al objeto de, ayudar, entre otros, a los políticos, legisladores y al público a:

(1) El Collegium Ramazzini es una academia independiente internacional fundada en 1982 por Irving J. Selikoff, Cesare Maltoni y otros eminentes científicos. Su misión es avanzar en el estudio de problemas de salud ocupacional y ambiental y ser un puente entre el mundo del descubrimiento científico y los centros políticos y sociales, que deben actuar en los descubrimientos de la ciencia para proteger la salud pública.

- i. Entender mejor las formas en las que el conocimiento científico se financia, crea, evalúa, ignora, emplea y se abusa para la toma de medidas a tiempo y de precaución acerca de la reducción de daños, al tiempo que estimular innovaciones benignas y crear empleo útil;
- ii. Aprender de algunos errores muy caros en el pasado de forma que se ayude a las sociedades a cometer menos errores ahora y en el futuro, especialmente con algunas de las relativamente nuevas, muy desconocidas y aun así muy extendidas tecnologías, como la nanotecnología y los teléfonos móviles;
- iii. Ser conscientes de importantes factores menos visibles, como las formas retorcidas en que se han estimado los costes de las acciones e inacciones relativas a las tecnologías peligrosas, y el papel desempeñado por ciertas industrias al ignorar las primeras advertencias y alimentar las dudas sobre la ciencia que apoya esas advertencias;
- iv. Considerar cómo la ley, o las disposiciones administrativas, podrían ser mejor empleadas para que haya justicia, para aquellas personas (o ecosistemas) que hayan sufrido, o podrían sufrir daños por innovaciones mal diseñadas o desarrolladas;
- v. explorar la mejor forma de que se implique el público en ayudar a tomar opciones estratégicas en innovación y sus rutas tecnológicas y sociales, así

como en la gestión de los ecosistemas y la monitorización a largo plazo por medio de la ciencia ciudadana.

La Parte A del informe comienza con un análisis de ‘falsos positivos’ mostrando que éstos no son muchos en comparación con falsos negativos y que medidas de precaución cuidadosamente diseñadas pueden estimular la innovación, incluso si el peligro resultara no ser real o tan grave como inicialmente se temía. Los restantes nueve capítulos abordan falsos negativos — gasolina con plomo, agua contaminada con percloroetileno, enfermedad de Minamata, enfermedad ocupacional del berilio, humo ambiental de tabaco, cloruro de vinilo, dibromocloropropano (DBCP), Bisfenol A y diclorodifeniltricloreto (DDT) — de los que emergen tres temas: había evidencia más que suficiente para tomar medidas mucho antes; comportamiento lento y a veces obstructivo de las industrias cuyos productos ponen en peligro a los trabajadores, al público y al medio ambiente; y el valor de la investigación científica independiente y de las valoraciones de riesgos.

La Parte B se centra en las lecciones emergentes de la degradación de los sistemas naturales y sus mayores implicaciones para la sociedad — biocidas de refuerzo, la píldora y la feminización del pescado, el cambio climático, las inundaciones, los insecticidas y las abejas de miel, así como la resiliencia de los ecosistemas de forma más amplia. Considera, como su predecesor, los

problemas de evidencia científica como la base para la acción/inacción, los múltiples y a menudo complejos factores y bucles de retroalimentación en juego, muchos de los cuales no se entienden del todo, así como las interfaces entre ciencia, política y sociedad y cómo todos los actores pueden avanzar juntos hacia las medidas necesarias en el contexto de riesgos sistémicos intensificados y desconocimientos sustanciales.

La Parte C analiza productos, tecnologías y tendencias recientemente emergentes a gran escala, que ofrecen muchas ventajas potenciales, pero también mucho daño potencial a las personas y los ecosistemas y por último al desarrollo económico. Los casos abordados incluyen los accidentes nucleares de Chernobyl y Fukushima; alimentos modificados genéticamente y agricultura ecológica; la amenaza creciente de especies foráneas invasivas; teléfonos móviles y tumores cerebrales; y nanotecnologías. A menudo hay poca ciencia y muy pocos datos acumulados directos, para asistir en la gestión de estas tecnologías emergentes, pero se han de aplicar las lecciones de los estudios de caso históricos si queremos evitar los peligros.

La evidencia de los capítulos de la Parte C es que, en líneas generales, las sociedades no están aprovechando al máximo las caras lecciones que se pueden extraer de sus historias. Una cuestión clave es cómo mejorar esto dadas las numerosas razones identificadas en los estudios de caso y por qué se ha retrasado la toma

de medidas incluyendo: La naturaleza novel y desafiante de los problemas en sí mismos; la evaluación pobre o inconsistente de la información; la fuerte oposición por parte de los establishments corporativo y científico del momento; y la tendencia de las instituciones encargadas de la toma de decisiones, las prácticas y culturas a favorecer el statu quo y la perspectiva a corto plazo. Esta sección ilustra también el valor de las aproximaciones de abajo arriba así como el de las de arriba abajo a las innovaciones al asegurar que las direcciones de las rutas tecnológicas, las distribuciones equitativas de los beneficios, costes y propiedad del conocimiento, y la diversidad de las opciones tecnológicas localmente sensibles son relevantes para las crisis alimentarias, de energía y de los ecosistemas.

Los capítulos históricos ilustran numerosos daños causados en su mayor parte por corporaciones irresponsables. Este hecho se analiza en tres capítulos de la Parte D del informe, junto con la tendencia al corto plazo en la toma de decisiones por parte de los gobiernos al actuar ante las primeras alertas y en la ley a la hora de compensar a las víctimas por los daños.

Los casos en las Partes A–D forman la base para considerar en la Parte E las implicaciones de gobierno en la ciencia, la política y el compromiso públicos y cómo se pueden mejorar las prácticas actuales para permitir a la sociedad maximizar las ventajas de la innovación

al tiempo que se minimizan los daños. Las principales percepciones son que la ciencia podría tener más relevancia en la toma de decisiones de precaución; que el uso extendido del principio de precaución puede evitar daños y estimular la innovación; y que las últimas lecciones de la historia y las aproximaciones precavidas son muy pertinentes para las múltiples e interconectadas crisis de hoy — tales como las derivadas de las finanzas, la economía, el uso de los

ecosistemas, el cambio climático y el uso y suministro de energía y alimentos.

Finalmente, muchos de los estudios de caso recientes e históricos ilustran el valor de comprometer al público a ensanchar la base del conocimiento y estimular las innovaciones sólidas.

Doce lecciones tardías

Con base en los estudios de caso del Volumen 1 de *Lecciones tardías de alertas tempranas* (EEA, 2001), se extrajeron doce lecciones clave para una mejor toma de decisiones:

- 1 Reconocer y responder a la ignorancia, así como a la incertidumbre y al riesgo en la valoración de la tecnología y en la legislación
- 2 Proveer una monitorización adecuada de ambiente y salud a largo plazo y la investigación de las primeras advertencias
- 3 Identificar y trabajar para reducir los “puntos ciegos” y las lagunas en el conocimiento científicos
- 4 Identificar y reducir los obstáculos interdisciplinarios al aprendizaje
- 5 Asegurar que las condiciones reales del mundo cuentan adecuadamente en la valoración regulatoria
- 6 Estudiar en profundidad sistemáticamente las justificaciones y ventajas alegadas junto con los riesgos potenciales
- 7 Evaluar una gama de opciones alternativas para satisfacer las necesidades además de la opción que se esté valorando y promover unas tecnologías más robustas, diversas y adaptables de forma que se minimicen los costes de sorpresas y se maximicen las ventajas de la innovación
- 8 Asegurar el empleo de conocimiento “lego” y local, así como una experiencia especialista relevante en la valoración
- 9 Considerar completamente las hipótesis y valores de distintos grupos sociales
- 10 Mantener la independencia reguladora de las partes interesadas a la vez que se sigue con una aproximación inclusiva a la agrupación de información y opinión
- 11 Identificar y reducir obstáculos al aprendizaje y a la acción
- 12 Evitar la ‘parálisis por análisis’ actuando para reducir el daño potencial y cuando la preocupación está razonablemente fundada

Fuente: EEA, 2001, *Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1986–2000*, Environmental issues report No 22, European Environment Agency.

2 El principio de precaución y las falsas alarmas

Steffen Foss Hansen y Joel A. Tickner

La mayoría de los casos examinados en los informes de *Lecciones tardías de alertas tempranas* son “falsos negativos” — ejemplos en los que hubo primeras alertas pero no se tomaron medidas preventivas. En debates en torno al principio de precaución se alega a menudo que la aplicación extendida del principio llevará a un gran número de falsos positivos regulatorios — excesiva regulación de riesgos no existentes, a menudo debido a “temores” públicos no garantizados. Entender y aprender de los falsos positivos del pasado, así como de los falsos negativos es esencial para la mejora de la toma de decisiones en torno a salud pública y medio ambiente.

Este capítulo revisa incidentes de “falsos positivos”, donde se acometió la regulación gubernamental con base en la precaución, pero que más tarde resultó ser innecesaria. En total se identificaron 88 casos como falsos positivos; sin embargo, siguiendo un detallado análisis, la mayoría de ellos resultaron ser riesgos reales, o casos donde “el jurado sigue deliberando”, o alarmas no reguladas, o compensaciones riesgo-riesgo, más que falsos positivos.

El análisis reveló cuatro falsos positivos regulatorios: peste porcina en EE.UU, sacarina, radiación en los alimentos y el tizón del maíz. Se pueden aprender

numerosas lecciones de cada uno de ellos, aunque existen pocos paralelismos entre ellos en términos de cuándo y cómo se creyó erróneamente de cada uno de estos riesgos que eran reales.

Esto es una razón en sí misma: cada riesgo es único, como lo son la ciencia y la política que hay detrás de él, por lo que se exige una aproximación flexible, adaptada a la naturaleza del problema. Los costes de los falsos positivos se identificaron principalmente como económicos, aunque las medidas para combatir la peste porcina en 1976 llevó a algunas muertes y sufrimiento no intencionados y supuso la desviación de recursos para otros graves riesgos potenciales para la salud. Sin embargo, la determinación de los costes netos de medidas reguladoras equivocadas requiere una evaluación completa de los impactos de la regulación, incluyendo los costes y beneficios del empleo de tecnologías y aproximaciones alternativas.

En conjunto, el análisis muestra que el temor a falsos positivos está mal interpretado y no debería ser argumento para evitar medidas de precaución donde sean necesarias.

Los falsos positivos son escasos en comparación con los falsos negativos y unas medidas de precaución cuidadosamente diseñadas pueden

estimular la innovación, incluso si resultara que el riesgo no es real o no tan peligroso como se temía al principio. Se necesitan nuevas aproximaciones que caractericen y prevengan riesgos complejos de forma que el debate se mueva de la esfera de los “problemas” a la esfera de las “soluciones”. Aprendiendo las lecciones de este capítulo, se podrán tomar medidas de prevención más eficaces en el futuro.

La escasez de falsos positivos genuinos comparada con el gran número de “falsos positivos erróneos” podría deberse en parte al resultado de una estrategia deliberada en la comunicación de los riesgos. Diversas referencias y documentos filtrados han mostrado que algunas de las partes reguladas han reclutado conscientemente a

científicos reputados, expertos en los medios y políticos a acudir en su ayuda si sus productos fueran vinculados con un posible peligro. Fabricar la duda, ignorar la evidencia científica de los riesgos y alegar exceso de regulación parece ser una deliberada estrategia de algunas industrias y grupos de reflexión para minar la toma de decisiones con precaución.

3 El plomo de la gasolina hace que “la mente falle”

Herbert Needleman y David Gee

Este capítulo aborda el uso extendido de plomo en la gasolina. Se centra en el periodo 1925–2005, cuando empezó a comercializarse masivamente la gasolina con plomo en EE.UU, extendiéndose a continuación al resto del mundo antes de ser retirada gradualmente desde los 70. En Europa, el Protocolo de Aarhus (www.unece.org/env/pp/treatytext.html) inició la retirada gradual de la gasolina con plomo en el periodo 1998–2005.

Los efectos neurotóxicos del plomo se conocen desde los tiempos de los romanos. Y en 1925, en la ‘prueba de un día’ con gasolina con plomo en EE.UU, muchos expertos alertaron de los probables impactos en la salud por el plomo añadido. Aun así, y a pesar de estar disponible un aditivo de alcohol igual de eficaz y valorado por expertos como más limpio, se eligió la ruta de plomo para la eficiencia del combustible en EE.UU y luego exportarla al resto del mundo.

Durante varias décadas después de la introducción de la gasolina con plomo, prácticamente no se realizó ninguna investigación independiente, siendo la principal fuente de información la industria y los investigadores pagados por aquella. No es hasta los 60 y 70 que científicos independientes de fuera de este grupo muestran que las cargas corporales de plomo derivadas de la actividad humana no eran ‘normales’,

como sostenía la industria, sino cientos de veces mayores que antes de la revolución industrial, siendo por tanto probablemente peligrosos.

En su pico de mediados de los 70, la gasolina con plomo emitió cerca de 200 000 Tm de plomo a la atmósfera anualmente, tanto en EE.UU como en Europa. Siguiendo a la retirada progresiva, los niveles de plomo en la sangre de niños (el grupo expuesto más sensible) cayeron rápidamente, en línea con el descenso de las concentraciones en el aire. Pese a todo, las lecciones siguen siendo relevantes hoy a nivel global. Aunque casi todos los países de todo el mundo habían retirado la gasolina con plomo en 2012, las concentraciones de plomo en suelos y sedimentos siguen siendo altas. Mientras tanto, los residuos electrónicos conteniendo plomo y otros tóxicos también provocan niveles altos de plomo en la sangre.

Los textos de paneles suplementarios se centran en los eventos que hicieron que EE.UU eligiera la gasolina con plomo como la principal fuente de combustible en 1925, hechos más recientes en la UE relativos a la legislación sobre plomo en la gasolina, y el camino hacia la retirada progresiva en Alemania y Reino Unido.

4 Demasiado que tragar: contaminación del agua corriente por PCE

David Ozonoff

El PCE (percloroetileno, también conocido como 'perc' o tetracloroetileno), se usó en la producción de revestimientos de plástico para las tuberías de suministro de agua a finales de los 60 y en los 70. Este tipo nuevo y no probado de tubería para la distribución se empleó en más de 700 millas de los sistemas de conducción de aguas en Nueva Inglaterra. Hasta 1976 no se descubrió que el PCE se había ido filtrando en el agua desde los tubos, causando la contaminación extendida de los suministros de agua que sigue hoy necesitando remedios continuos.

Antes de ponerse los tubos en producción había una cantidad sustancial de información científica disponible acerca de los peligros potenciales del PCE. Esta no incluía preocupaciones actuales con la carcinogenicidad, teratogenicidad y otras consecuencias para la salud del PCE por exposiciones de nivel relativamente bajo, pero muchas de las primeras alertas sugerían la necesidad de precaución en la introducción de revestimientos de PCE en las tuberías.

El PCE había sido empleado para tratar las lombrices, existiendo datos en la literatura sobre los efectos secundarios, mientras se estudiaba más tarde una variedad de usuarios ocupacionales, incluyendo trabajadores aeronáuticos, pequeñas empresas en países donde se requería monitorización biológica y empresas de limpieza en seco. Se llevaron a cabo también diversos estudios ambientales para ver si había asociación entre el agua

contaminada con PCE o su pariente cercano, TCE (tricloroetileno), con cáncer. Los resultados estaban mezclados y la industria química negó en coherencia que el PCE fuera un carcinógeno humano.

Este caso explora los principios (antes de 1970) de la historia de la investigación de la toxicidad del químico. Se centra también en el hecho de que un fabricante, Johns-Manville Corporation, no reconociera las señales de alerta por el uso de una sustancia tóxica sospechosa. Examina por qué se sacó un producto nuevo sin pensar en las consecuencias para la salud pública y por qué se ignoró la evidencia del peligro potencial.

La ciencia no ha permanecido oculta. Ha sido ineficaz a la hora de guiar y catalizar la acción. Si el problema es un incumplimiento del deber de cuidado, o una falta de claridad acerca de qué evidencia desencadenará la acción, la discusión contemporánea acerca de cómo interpretar la evidencia científica es irresoluble dentro de la propia ciencia. No existen criterios globales desde la filosofía de la ciencia que puedan dictar la solución.

Este capítulo incluye también dos textos suplementarios. Uno analiza las diferencias entre las conclusiones de las evaluaciones de riesgos con base en los mismos datos, centrándose especialmente en las evaluaciones de PCE y TCE. El otro panel describe las oportunidades de cambiar a tecnologías de limpieza en húmedo para reducir el uso actual de PCE en la limpieza en seco.

5 Enfermedad de Minamata: un desafío a la democracia y a la justicia

Takashi Yorifuji, Toshihide Tsuda y Masazumi Harada

La enfermedad de Minamata, que puede inducir efectos mentales o físicos letales o gravemente debilitantes, fue provocada por vertidos contaminados con metil mercurio vertido a la bahía de Minamata por Chisso, primer fabricante químico de Japón. Resultó en un sufrimiento extendido para quienes comieron sin saberlo el pescado contaminado. Este capítulo documenta la historia en tres fases.

La enfermedad se hizo ver por primera vez en los años 50. Se identificó oficialmente en 1956 y fue atribuida al vertidos de la fábrica, pero el gobierno no tomó ninguna medida para detener la contaminación o prohibir el consumo de pescado. Chisso sabía que estaba descargando metil mercurio y podía haber sabido que probablemente era el factor activo, pero eligió no colaborar y obstaculizó activamente la investigación. El gobierno concurrió, priorizando el crecimiento industrial sobre la salud pública.

En 1968 Chisso dejó de utilizar el proceso que causaba la contaminación por metil mercurio, concediendo entonces el gobierno que aquél era el agente etiológico de la enfermedad de Minamata.

La segunda parte de la historia aborda el descubrimiento de que el metilmercurio se transfiere por la placenta afectando al desarrollo de niños no nacidos, resultando en graves problemas mentales y físicos en la vida posterior. Expertos omitieron esto en principio porque por consenso médico dicha transferencia a través de la placenta era imposible.

La tercera fase pone el foco en la batalla por la compensación. Inicialmente, Chisso dio como compensación algún "dinero por condolencia" bajo criterios muy restrictivos. En 1971 el gobierno japonés adoptó una postura más generosa, pero después de que las reclamaciones y los costes escocieran, se introdujo una definición más restrictiva en 1977, justificada por opiniones expertas controvertidas.

Las victorias legales de las víctimas hicieron a continuación insostenible la postura del gobierno, alcanzándose una solución política en 1995–1996. En 2003, se demostró que las 'opiniones expertas' tenían fallas, declarando la Corte Suprema inválida la definición en 2004.

En septiembre de 2011 había 2 273 pacientes oficialmente reconocidos. Aun así, la actitud continuada de no investigar qué áreas y comunidades

eran las afectadas significa que sigue sin determinarse el alcance temporal y geográfico de las indemnizaciones económicas. Junto con aspectos bien asentados en relación con la transparencia en la toma de decisiones y en compartir la información, esto indica que Japón sigue afrontando un déficit democrático fundamental en su gestión de los desastres causados por el hombre.

A este capítulo le siguen tres cortas actualizaciones sobre los efectos del envenenamiento con metil mercurio desde Minamata; los intentos para

contenerlo, incluyendo el acuerdo global de 2009 para retirar gradualmente el mercurio de la actividad económica; y sobre la necesidad de mejorar la información acerca de las exposiciones tóxicas para que los legisladores hagan elecciones informadas que equilibren las ventajas de consumir pescado con los efectos adversos asumidos de las exposiciones a niveles bajos de metil mercurio.

6 El “problema de relaciones públicas” del berilio

David Michaels y Celeste Monforton

Decenas de trabajadores empleados en la producción de armamento nuclear han sido diagnosticados con enfermedad crónica de berilio (CBD, por sus siglas en inglés), una enfermedad pulmonar inflamatoria progresiva e irreversible. Este capítulo presenta una historia de conocimiento y política pública sobre la prevención de la enfermedad provocada por berilio, centrándose sobre todo en el papel de la industria del berilio en EE.UU en dar forma a la política reguladora en ese país.

A lo largo de las últimas décadas se ha ido acumulando evidencia abrumadora de que la CBD está asociada con exposiciones a berilio por debajo del estándar regulatorio existente. La industria del berilio tenía un fuerte incentivo financiero para desafiar los datos y decidieron ser proactivos en la formación de la interpretación de la literatura científica sobre los efectos del berilio en la salud. Contrató relaciones públicas y firmas consultoras de “defensa del producto” para refutar la evidencia de que el estándar era inadecuado. Cuando la evidencia científica se hizo tan grande que ya no era creíble negar que los trabajadores desarrollaban la CBD a niveles de exposición permitidos, la industria del berilio respondió con una nueva fundamentación para retrasar la promulgación de un nuevo límite de exposición, más protector.

Este estudio de caso subraya la importancia de considerar los peligros de

los materiales tóxicos a lo largo de toda la vida del ciclo del producto. Mientras que los principales productores de berilio pueden controlar las exposiciones en sus propias instalaciones, es improbable que muchos usuarios secundarios y recicladores tengan la experiencia, recursos y conocimiento necesarios para prevenir la enfermedad de berilio en trabajadores expuestos y residentes de comunidades vecinas.

Las principales lecciones de este capítulo son ampliamente aplicables a muchas controversias sobre salud ambiental. En particular, aquél ilustra la práctica de “incertidumbre en la fabricación” — una estrategia usada por algunos contaminadores y fabricantes de productos peligrosos para impedir o retrasar la regulación de la compensación a las víctimas.

Este capítulo va seguido del análisis de los fundamentos del comportamiento corporativo en la regulación del berilio. Se argumenta que la disponibilidad de limitadas y ocasionales oportunidades que tienen las empresas para cambiar el curso sin sufrir consecuencias onerosas las animaría a replantearse su situación y crear una obligación a los accionistas de tomar el camino responsable. Aunque esto puede percibirse como que “se salen con la suya”, el resultado final puede ser una mejor política pública y responsabilidad corporativa.

7 La manipulación de la investigación por la industria del tabaco

Lisa A. Bero

Este capítulo difiere de diversas formas de los demás capítulos del Volumen 2 de *Lecciones tardías de alertas tempranas*. La historia del humo de “segunda mano”, “pasivo” o “ambiental de tabaco” (ETS, por sus siglas en inglés), al que se exponen los no fumadores se solapa con la historia del consumo activo de tabaco. Los afectados incluyen a parejas e hijos de fumadores, y a camareros y otros empleados que tienen que trabajar en ambientes con humo.

El foco de este capítulo está puesto en las estrategias empleadas por la industria del tabaco para negar, minimizar, distorsionar y despreciar la creciente evidencia de que, como el consumo activo de tabaco, el ETS causa cáncer de pulmón y otros efectos en los no fumadores. No aborda la historia del conocimiento científico acerca del tabaco y cómo se usó o no se usó para reducir el cáncer de pulmón y otros efectos perjudiciales del humo del tabaco. Hay mucha literatura sobre esto y una tabla resume al final los datos principales de la evolución del conocimiento en esta área.

El capítulo se concentra en la “argumentación” que se utilice para aceptar, o rechazar, la evidencia creciente de daño. ¿Quién generó y financió la ciencia empleada para refutar los datos sobre los efectos adversos en la salud? ¿Cuáles fueron los motivos? ¿Qué tipos de ciencia e información, herramientas

e hipótesis se emplearon para refutar los datos sobre los efectos adversos del tabaco en la salud?

La liberación de millones de documentos internos de la industria del tabaco debido a las demandas legales en EE.UU. ha aportado una nueva percepción de los trabajos interiores de la industria y revelado su previamente oculta implicación en la manipulación de la investigación. Sin embargo, esta nueva percepción no está disponible para la mayoría de los sectores corporativos. Este capítulo discute las posibilidades de “revelación total” de las fuentes de financiación e intereses especiales en la investigación y valoración de riesgos al objeto de asegurar la independencia e impedir el sesgo hacia puntos de vista particulares.

Mientras que ahora se están introduciendo prohibiciones de fumar cada vez en más países, otras industrias están inspirándose en las estrategias de las compañías tabaqueras, buscando mantener la duda en torno al daño al objeto de mantener productos peligrosos en el mercado.

El capítulo también incluye un resumen del papel de la industria tabaquera en dar forma a la evaluación de riesgos en EE.UU. y en Europa para servir a sus propios intereses.

8 Cloruro de vinilo: una saga de secretismo

Morando Soffritti, Jennifer Beth Sass, Barry Castleman y David Gee

Este capítulo trata de cómo se ocultaron tanto a trabajadores como a reguladores las primeras advertencias en los 50 y en los 60 en conexión con el daño a corto plazo del cloruro de vinilo (VC, por sus siglas en inglés) a la piel y los huesos de trabajadores y al hígado de animales de laboratorio. Esto a pesar de algunos primeros recelos de los expertos de las compañías cuyos consejos fueron inicialmente ignorados por sus empleadores. Esta pauta se repitió cuando se revelaron las últimas y más devastadoras noticias de un raro cáncer de hígado en los trabajadores por estudios a largo plazo en animales y por un médico de empresa atento y preocupado.

A diferencia de otras muchas historias, sin embargo, ésta presenta una respuesta muy temprana de la industria química global a la publicación de la evidencia de cáncer de hígado, una respuesta que incluía la financiación de pruebas de cáncer y el posterior cumplimiento de una gran reducción de los límites permisibles de exposición. El caso también proporciona una primera evidencia de efectos reproductivos del monómero de cloruro de vinilo (VCM, por sus siglas en inglés).

Otros rasgos de esta historia presagian las últimas y comunes respuestas del mundo corporativo ante una mayor conciencia y presión públicas por parte de ONG y sindicatos, incluyendo estimaciones muy

infladas de los probables costes de cumplir con controles ambientales más estrictos; un frecuente desencuentro entre la posición de los sindicatos y la de muchas más empresas progresistas dentro de la asociación; pero también algunas respuestas corporativas relativamente rápidas a la presión pública, de las ONG y reguladora.

El capítulo presenta dos aspectos legales, que aunque son más comunes en EE.UU., también valen para los europeos. Primero, el rol potencialmente positivo que las propuestas reguladoras pueden tener en la provisión de un juicio social acerca del comportamiento de las corporaciones. Esto puede abarcar no solo los juicios morales, sino también juicios sobre el estado de la ciencia y lo que la sociedad debería hacer con esto.

Segundo, el papel que el descubrimiento de documentos puede tener en la revelación de las actividades reales y hasta entonces ocultas de las corporaciones. Cualesquiera propuestas para promover la justicia para las víctimas de riesgos ambientales y para la salud con correctas disposiciones administrativas han de ir acompañadas por otras medidas para extraer información acerca del comportamiento corporativo.

El capítulo va seguido de un panel que analiza el valor de las pruebas con animales para identificar carcinógenos.

9 El pesticida DBCP y la infertilidad masculina

Eula Bingham y Celeste Monforton

El dibromocloropropano (DBCP) es un pesticida usado contra los nematodos (lombrices) que dañan piñas, plátanos y otras frutas tropicales. Se introdujo en la agricultura estadounidense en 1955 y se aprobó para su uso como fumigante en 1964. En 1961, experimentos de laboratorio demostraron que encogían los testículos de roedores, reduciendo significativamente la calidad y cantidad de esperma. Pese a todo, el compuesto se comercializó masivamente, constituyendo un éxito de ventas.

En 1977, los trabajadores de una planta de producción estaban preocupados porque no podían ser padres. Un estudio de emergencia realizado por una agencia gubernamental en EE.UU. descubrió que en muchos casos los trabajadores sufrían de esperma deficiente o ausente. Mientras que se mejoraron los controles en las instalaciones en el país, el producto siguió en el mercado y se utilizaba en Latinoamérica, Filipinas, algunos países de África y otros muchos lugares.

Para los 90, decenas de miles de trabajadores de estos países habían sufrido efectos reproductivos adversos presuntamente por el uso del DBCP.

La historia continúa hoy con reclamaciones legales contenciosas de compensación, contaminación de agua potable y los intentos de la industria para

impedir la proyección de un documental sueco sobre el tema.

Este capítulo analiza el conocimiento disponible acerca de los peligros y las medidas tomadas, o no tomadas, para evitarlos. La historia del DBCP es significativa al ser el primer ejemplo claro de daño reproductivo en los trabajadores que fabricaban y empleaban un químico sintético. Este es uno de los muchos ejemplos que refuerzan la creciente preocupación por el aumento de las ratios de enfermedad reproductiva y del desarrollo, y por los químicos disruptores endocrinos, que parecen tener un papel en estos trastornos.

La protección de trabajadores en la producción, usuarios, consumidores y el ambiente contra los químicos que pueden afectar a la reproducción demanda una integración más estrecha de las disciplinas científicas así como de la acción gubernamental. Las lecciones del DBCP pueden ayudar a asegurar la protección oportuna contra el daño, con base en aproximaciones con precaución a la evidencia científica.

10 Bisfenol A: ciencia contestada, evaluaciones divergentes de seguridad

Andreas Gies y Ana M. Soto

El Bisfenol A (BPA) es hoy uno de los químicos más vendidos y se emplea principalmente para hacer plásticos de policarbonato. Se utiliza ampliamente en productos comunes como biberones, electrodomésticos, aparatos médicos y envases de alimentos. Se sabe que el BPA es un mimético de la hormona femenina estrógeno y se ha descubierto que se filtra desde los materiales de los que forma parte.

Algunos estudios han sugerido que incluso la exposición a niveles bajos de BPA puede causar efectos de disrupción endocrina. Como con otras hormonas, parece que un organismo es más sensible durante el desarrollo, pero los efectos no se observan hasta mucho más tarde en el ciclo de la vida. Esto significa que en el momento en que los efectos se hacen detectables, la exposición química ha concluido. Esto hace extremadamente difícil vincular la exposición a los efectos en humanos.

Este capítulo traza un mapa de algunas de las conclusiones en estudios con roedores y humanos. También discute los retos de evaluar los hallazgos científicos en un campo donde los estudios pagados por la industria y la investigación científica independiente parecen desviarse fuertemente. Los autores sugieren formas de separar los intereses económicos de la investigación científica y pruebas.

Un químico industrial muy usado y disperso como el BPA es un ejemplo

controvertido de sustancia disruptora endocrina que tiene implicaciones para los legisladores. Se presentan distintas aproximaciones a la valoración de riesgos por BPA por parte de las autoridades de EE.UU. y europeas. Arroja luz sobre las formas en las que se valora de manera diferente una evidencia similar y presenta desafíos para la aplicación del principio de precaución.

La intensa discusión y el trabajo científico con el BPA han contribuido lentamente a un proceso de mejora de las estrategias de las pruebas. Mientras que la toxicología tradicional ha confiado en una relación monotónica creciente dosis-respuesta como evidencia de que el efecto es causado por el agente analizado, estudios con el BPA y otros disruptores endocrinos han demostrado las limitaciones de esta aproximación, teniéndose que hacer ajustes en algunos casos.

Se acepta también ampliamente que los efectos no pueden predecirse pensando simplemente que el BPA es un estrógeno débil y extrapolando lo que se observa para estrógenos endógenos más potentes. Esta lección es particularmente evidente en el gran interés farmacéutico por los modificadores de respuesta estrógena selectiva (SERM, por sus siglas en inglés).

El capítulo va seguido de un panel que analiza el valor de las pruebas animales para identificar carcinógenos.

11 DDT: 50 años desde *Primavera silenciosa*

Henk Bouwman, Riana Bornman, Henk van den Berg y Henrik Kylin

“Había una extraña calma. Los pájaros por ejemplo ¿adónde se habían ido?

Mucha gente habló de ellos, intrigada y alterada. Los comederos de los jardines estaban desiertos. Los pocos pájaros que se veían en cualquier parte estaban moribundos: temblaban violentamente y no podían volar. Se trataba de una primavera sin voces... solo una capa de silencio sobre los campos y los bosques y los pantanos.”

El libro *Primavera silenciosa* de Rachel Carson trata sobre todo de los impactos de los químicos (en particular, el diclorodifeniltricloroetano, también conocido como DDT) en el ambiente y en la salud humana. De hecho, la estrecha vinculación entre humanos y aves sigue siendo muy apropiada. Representando los dos únicos grupos de seres vivos de sangre caliente, mamíferos y aves comparten el mismo ambiente y las mismas amenazas.

La afirmación de Carson de que vivía “en una era dominada por la industria en la que apenas se desafía el derecho a ganar un dólar al precio que sea” sigue resonando con fuerza hoy con los problemas que las sociedades de todo el mundo han de afrontar. El título de un capítulo, ‘La obligación de resistir,’

derivaba de la observación del famoso biólogo y filósofo francés, Jean Rostand, “la obligación de resistir nos da derecho a saber.” El presidente de Estados Unidos John F. Kennedy respondió al reto planteado por Carson investigando el DDT, conduciendo a la completa prohibición en el país. La prohibición fue seguida de una serie de instituciones y regulaciones relacionadas con problemas ambientales en EE.UU. y en otros países, impulsadas por la demanda pública de conocimiento y protección.

El DDT fue la herramienta principal en el primer programa para la erradicación de la malaria en los 50 y los 60. El insecticida se rocía en las paredes interiores y techos de las casas. La malaria ha sido eliminada con éxito en muchas regiones, pero persiste de forma endémica en muchas partes del mundo.

El DDT sigue siendo uno de los 12 insecticidas — y el único compuesto organoclorado — actualmente recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), pudiendo los países seguir utilizándolo bajo la Convención de Estocolmo sobre Tóxicos Orgánicos Persistentes. El uso anual global de DDT para el control de enfermedades de vector se estima superior a 5000 Tm.

Está claro que la conciencia social despertada por Rachel Carson hace 50 años impulsa una serie de medidas e intervenciones que avanzan lenta pero constantemente a innumerables niveles. El Capítulo 17 de su libro, ‘El otro camino’ recuerda al lector las oportunidades que había que haber aprovechado mucho antes. Con más del 10% de las especies de aves amenazadas en todo el mundo de una forma u otra, está claro que no advertimos los primeros avisos o que no se hizo nada ante ellos.

¿Seguiremos ignorando las señales hacia “otros caminos”? ¿Se corresponden nuestros derechos a saber con nuestras obligaciones de resistir? Como dijo Carson hace 50 años: ‘La elección, después de todo, la hemos de hacer nosotros.’”

12 Antibiocidas de refuerzo: ¿se está repitiendo la historia?

Andrew R. G. Price y James W. Readman

El tributilo de estaño (TBT, por sus siglas en inglés) fue ampliamente utilizado como eficaz agente antiincrustante en pinturas para barcos hasta que la Comunidad Europea restringió su uso en 1989 por el daño provocado demostrado al ambiente y cultivadoras de marisco. A partir de entonces, se introdujeron los biocidas de refuerzo para mejorar el rendimiento de las pinturas antiincrustantes. Se creía que eran menos perjudiciales para la vida marina que el TBT. Subsiguientemente, sin embargo, ha quedado establecido que los biocidas de refuerzo también pueden provocar graves riesgos ambientales.

Este capítulo describe los fundamentos del uso de los biocidas de refuerzo, los primeros avisos sobre sus potenciales impactos fisiológicos y ecológicos en especies no diana y las medidas a tomar en respuesta a los mismos. Se describe la ciencia que hizo saltar algunas alarmas, junto con lecciones que podrían influir en el futuro de una industria aún en busca de soluciones menos invasivas ambientalmente.

Los agentes antiincrustantes biocidas de refuerzo amenazan a una serie de hábitats — de arrecifes de coral a lechos marinos y amarres abiertos — dentro de la UE y globalmente. Sus propiedades herbicidas primarias significan que coral zooxanhellae, fitoplancton y perifiton son particularmente vulnerables. Comparados con el TBT, un agente antiincrustante con una acción bastante específica, los efectos de los

biocidas de refuerzo son de más amplio espectro. El mayor efecto ecológico del cambio a los biocidas de refuerzo sigue sin ser entendido del todo, pero es motivo de considerable preocupación porque pueden afectar a la base de las cadenas tróficas marinas.

Desde un punto de vista toxicológico, los biocidas de refuerzo no amenazan con tener propiedades disruptoras endocrinas similares a las de los TBT. A concentraciones ambientales actuales, sin embargo, algunos pueden dañar a los productores primarios y algunos son persistentes. Mientras que se ha introducido legislación para controlar su uso, el rigor de las regulaciones varía entre países. Estas disparidades geográficas han de ser abordadas, debiendo ser mejor valorados en el futuro los nuevos biocidas y las aproximaciones noveles a la antiincrustación.

Para los legisladores, el reto es proteger a las comunidades biológicas no diana contra el cambio selectivo causado por el uso de los biocidas de refuerzo.

Pueden usarse criterios de persistencia, acumulación biológica y tóxicos para evaluar el impacto potencial relativo de los biocidas disponibles, y por consiguiente, dirigirse a una legislación apropiada. Pese a todo, el pensamiento lateral, con la intención de identificar estrategias y materiales nuevos para abordar la antiincrustación, podría reportar dividendos en el futuro.

13 Etinil estradiol en medio acuático

Susan Jobling y Richard Owen

Muchas décadas de investigación han demostrado que cuando se liberan al ambiente, un grupo de hormonas conocidas como estrógenos, tanto de producción natural como sintética, pueden tener serios impactos en la naturaleza. Esto incluye el desarrollo de características intersexuales en pescado macho, que disminuyen la fertilidad y la fecundidad. Aunque a menudo son subletales, tales impactos pueden ser permanentes e irreversibles.

Este capítulo describe la evidencia científica y debates regulatorios en relación con uno de estos estrógenos, etinil estradiol (EE2), un ingrediente activo de la píldora anticonceptiva. Desarrollado por vez primera en 1938, se libera al medio acuático por medio de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Aunque hoy está claro que las especies naturales están expuestas a e impactadas por un cóctel de químicos disruptores endocrinos, también existe certeza científica razonable de que el EE2 tiene un papel significativo, y a niveles cada vez más bajos en el ambiente.

En 2004 la Agencia Ambiental de Inglaterra y Gales aceptó esto, juzgando suficiente la evidencia para garantizar la consideración de la gestión de los riesgos.

En 2012, cerca de 75 años después de su síntesis, la Comisión Europea propuso regular el EE2 como una

“sustancia prioritaria” en toda la UE bajo la Directiva Marco sobre el Agua (la legislación principal para la protección y conservación de los cuerpos acuáticos europeos).

Esta propuesta fue posteriormente modificada, retrasando cualquier decisión sobre un “estándar de calidad ambiental” regulador hasta al menos 2016.

Esto se debe en parte a que el control del EE2 supondrá un precio significativo. Cumplir con los límites regulatorios ambientales propuestos significa la eliminación de niveles muy bajos de EE2 (partes por trillón) de los efluentes de aguas residuales a un coste considerable.

¿Es este un precio que estemos dispuestos a pagar? ¿O el precio de las medidas de precaución es simplemente demasiado alto – un trago demasiado amargo? ¿Hasta qué punto está la sociedad -que ha vivido épocas de fertilidad flexible y que acabará pagando por el control y la gestión de consecuencias indeseadas- implicada en esta decisión? ¿Y qué podría significar esto para los muchos miles de fármacos que se filtran ubicuamente en nuestro ambiente y que podrían tener efectos subletales en los animales acuáticos a niveles igualmente bajos?

14 Cambio climático: ciencia y el principio de precaución

Hartmut Grassl y Bert Metz

La primera advertencia científicamente creíble acerca de los posibles peligros de cambio climático por las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) procedentes de la quema de combustibles fósiles vino en 1897. Mientras que los principios físicos básicos del calentamiento global son simples, sin embargo, la ciencia más detallada del cambio climático es mucho más complicada. Incluso ahora, más de cien años después de la primera advertencia, muchos detalles importantes del cambio climático no pueden predecirse con certeza. Por tanto, no es sorprendente que la ciencia del cambio climático y las cuestiones acerca del auténtico valor de quemar combustibles fósiles hayan impulsado una sostenida controversia científica y política.

Cuando se redactó el primer volumen de *Lecciones tardías de alertas tempranas* parecía haber demasiada controversia legítima sobre el cambio climático para que se incluyera el problema. Un estudio de caso podría haber provocado discusiones que distrajeran la atención de las valiosas y sólidas lecciones de problemas más establecidos como el amianto, los bifenilos policlorados (PCB), los clorofluocarbonos (CFC) y el agujero de ozono, rayos X y la lluvia ácida. Esta decisión se tomó a pesar de la extendida aceptación de que “el equilibrio de la evidencia sugiere una discernible influencia humana en el clima global”

(Contribución del Grupo de Trabajo I al Segundo Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, IPCC, 1995).

Más de una década más tarde y después de dos revisiones por el IPCC de un volumen mucho mayor de ciencia del cambio climático, parecía apropiado incluir el cambio climático en este volumen, a pesar de alguna continua controversia. La evidencia de que las actividades humanas están teniendo un impacto en el clima se ha reforzado desde 1995. Para 2007, el IPCC fue capaz de concluir con “confianza muy alta en que el efecto global neto de las actividades humanas desde 1750 ha sido el calentamiento”. Dados el tamaño y la irreversibilidad (en escalas temporales humanas) de muchos de los efectos perjudiciales del cambio climático inducido por el hombre, es necesario tomar medidas urgentes para reducir las emisiones de CO₂ y otros gases invernadero. Sin embargo, persisten algunas posturas contrarias, como ilustran los autores.

Este capítulo resume la historia del incremento del conocimiento sobre el cambio climático inducido por el hombre y de las principales acciones, u omisiones, que le acompañaron. Como muchos otros capítulos, refleja el histórico compromiso de ambos autores con el intento de entender y mitigar los efectos

del cambio climático inducido por el hombre. Concluye con algunas lecciones y percepciones que son relevantes para otros muchos problemas ambientales y de salud.

Se incluye también un texto panel describiendo cómo la aproximación del IPCC a la valoración de la incertidumbre evolucionó entre su primer y su quinto informe de evaluación.

15 Inundaciones: lecciones sobre los sistemas de primeras advertencias

Zbigniew W. Kundzewicz

Las inundaciones son un problema agudo creciente. Las intensas precipitaciones se han hecho más frecuentes y más intensas, la creciente presión del hombre ha aumentado la magnitud de las inundaciones resultantes de cualquier nivel de precipitación, habiendo aumentado el potencial de las pérdidas por inundaciones por culpa de las decisiones humanas equivocadas sobre el emplazamiento de infraestructuras humanas.

A diferencia de la mayoría de los estudios de caso presentados en este informe, este capítulo se centra en la inundación como un fenómeno y en los requisitos para unos sistemas de alerta preventiva eficaces, más que abordar un evento concreto y las lecciones que se pueden aprender.

Las inundaciones no pueden prevenirse completamente. Que ocurra una inundación no puede considerarse un “fracaso” y, por el contrario, la minimización de las pérdidas puede constituir un “éxito”. De toda inundación se pueden aprender lecciones y es importante utilizarlas para prepararse para la siguiente inundación. Una vez que aceptemos que ninguna medida de protección puede garantizar la seguridad completa, se necesita un cambio de paradigma para reducir la vulnerabilidad del hombre ante las inundaciones. La actitud de “vivir con inundaciones” y planificarlas parece más sostenible que la lucha desesperada por erradicarlas.

El pronóstico de inundaciones y los sistemas de alerta fallan porque los eslabones de la cadena funcionan mal o no funcionan en absoluto. Un único punto débil en un sistema que de otra forma contiene componentes excelentes puede hacer que el rendimiento de todo el sistema sea insatisfactorio.

Un sistema exitoso requiere suficiente integración de los componentes y la colaboración y coordinación entre múltiples instituciones.

El capítulo trata sobre todo de los desafíos de las inundaciones fluviales. Se complementa con tres pequeños textos suplementarios. El primero destaca los complejos, dinámicos y diversos ecosistemas de las llanuras inundables por los ríos, a menudo degradadas cuando se construyen defensas contra las inundaciones. A pesar de su enorme valor económico, las llanuras cuasi naturales están entre los ecosistemas más amenazados a nivel global.

El segundo discute las incertidumbres al anticipar patrones de lluvia caída e intensidad y su relación con los niveles de inundación con caudales extremos. Tales incertidumbres son retos tanto para los científicos como para los legisladores.

El tercero aborda los crecientes riesgos de las inundaciones costeras debido a factores como el cambio climático y la subida del nivel del mar, revisando la experiencia europea con la acción precavida.

16 Insecticidas sistémicos para tratamiento de semillas y abejas

Laura Maxim y Jeroen van der Sluijs

En 1994 apicultores franceses empezaron a informar de señales de alerta. Durante el verano, muchas abejas no retornaban a las colmenas. Las abejas se reunían en pequeños grupos en el suelo o rondaban, desorientadas, delante de la colmena y mostrando un comportamiento alimentario anormal. Estas señales iban acompañadas de pérdidas invernales.

La evidencia apuntaba al insecticida sistémico para el tratamiento de semillas Gaucho®, de Bayer, que contiene la sustancia activa imidacloprid. Este capítulo presenta la evolución histórica de la evidencia de los riesgos de Gaucho® para las abejas en semillas tratadas de girasol o de maíz en Francia, analizando las medidas tomadas en respuesta a la evidencia acumulada en relación con estos riesgos.

Se describen los procesos sociales que acabaron llevando a la aplicación del principio de precaución para prohibir Gaucho® en semillas tratadas de girasol y maíz, con el foco puesto en los hallazgos científicos que se emplearon por parte de accionistas y órganos ejecutivos para influir en la política durante la controversia.

Los científicos públicos estaban en una difícil posición en este caso. Los resultados de su trabajo fueron centrales para el debate social con muchos intereses

económicos y sociales.

En ciertos casos no se juzgó su trabajo de acuerdo con su mérito científico sino en si respaldaba o no las posiciones de algunos accionistas. Esta situación puso a prueba la capacidad y coraje de los investigadores para aguantar las presiones y continuar investigando el imidacloprid.

Otros países europeos suspendieron también los insecticidas neonicotinoides para el tratamiento de semillas. La evidencia de la toxicidad de los neonicotinoides presentes en el polvo levantado durante la siembra de semillas tratadas respaldaba tales decisiones. Lo más importante fue que el caso francés destacó las mayores debilidades de la evaluación reguladora de riesgos y la autorización comercial de los pesticidas, especialmente los neonicotinoides. Estas percepciones fueron confirmadas recientemente en un trabajo de la Autoridad Europea para la Seguridad Alimentaria.

De este estudio de caso se extraen ocho lecciones sobre el manejo de las controversias sobre riesgos químicos. Dos textos adicionales siguen al estudio. Un primer panel presenta los comentarios de Bayer Crop Science sobre el análisis que se hace en este capítulo. Un segundo contiene las respuestas de los autores a los comentarios de Bayer.

17 Ecosistemas y gestión de las dinámicas de cambio

Jacqueline McGlade y Sybille van den Hove

Una década después de la publicación de *Primavera silenciosa* de Rachel Carson describiendo el legado tóxico del siglo XX, Annie Dillard, en su libro premio Pulitzer Peregrino en Tinker Creek, abrió una manera diferente de mirar al mundo. Presagiaba un siglo XXI en el que la economía global se basaría en un mejor entendimiento de la naturaleza, su funcionamiento y riqueza material. Completamente descriptivo, aunque cada vez más relevante, su libro captura la verdadera esencia de lo que trata este capítulo: que entre las observaciones que ayudan rutinariamente a predecir la evolución del mundo material están las semillas de sorpresa por lo inhabitual y sorpresa como presagio de futuro cambio. Nuestro fracaso en anticipar dichas sorpresas constituye el núcleo de este capítulo. Se emplean una serie de casos de piscifactorías, bosques, sabanas y sistemas acuáticos para subrayar cómo emergieron primeras alertas sobre cambios en estos sistemas naturales, pero que no fueron usadas.

El capítulo destaca cómo la división del conocimiento en ramas política, disciplinaria y geográfica ha conducido a las “pesadillas recurrentes” de intereses a corto plazo en competencia con la visión más a largo plazo; situaciones en las que la competición sustituya a la cooperación; fragmentación de valores e interés; fragmentación de autoridad

y responsabilidad; y fragmentación de información y conocimiento que lleva a soluciones inadecuadas o incluso a problemas nuevos.

Además, la falta de encaje institucional ha confundido a menudo la eficacia de la gestión los servicios de los ecosistemas, llevando a sorpresas inesperadas, excesiva busca de rentabilidad y altos costes transaccionales.

Usando pensamiento contrafáctico (es decir, la dependencia de si, *cuándo* y *cómo* ocurre un suceso respecto de si, *cuándo* y *cómo* ocurre otro suceso y la posible alteración de sucesos), construido alrededor de los cuatro conceptos interconectados *límites planetarios*, *puntos de inflexión*, *panarquía* y *resiliencia*, el capítulo proporciona una lente analítica a través de la cual explorar por qué no se vieron muchas de las señales de alerta. El capítulo concluye sugiriendo por qué es probable que los ecosistemas estén en mayor riesgo en el futuro y por qué necesitaremos observar e interpretar más estrechamente las dinámicas tanto de la naturaleza como de las instituciones si queremos evitar repentinos cambios ecológicos irreversibles.

18 Últimas lecciones de Chernobyl, primeras advertencias de Fukushima

Paul Dorfman, Aleksandra Fucic y Stephen Thomas

El accidente nuclear de Fukushima en Japón ocurrió casi exactamente 25 años después del accidente nuclear de Chernobyl en 1986. El análisis de cada uno proporciona valiosas primeras y últimas lecciones que podrían probarse útiles para los órganos ejecutivos y el público ya que los planes se hacen para satisfacer las demandas de energía en las décadas venideras mientras se responde a los crecientes costes ambientales del cambio climático y la necesidad de asegurar la energía en un mundo políticamente inestable.

Este capítulo explora algunos aspectos clave de los accidentes de Chernobyl y Fukushima, las liberaciones de radiaciones, y sus efectos e implicaciones para cualquier construcción de una nueva central nuclear en Europa. También hay lecciones que aprender sobre los costes de la construcción de centrales nucleares, responsabilidades, futuras inversiones y evaluación de riesgos de sucesos previsible e imprevistos que afectan a las personas y al medio ambiente.

Dado que puede empezar a haber consecuencias del accidente de Fukushima y ser documentadas en los próximos 5–40 años, una lección clave a aprender es la naturaleza multifactorial del suceso. Al planificar

la protección contra la radiación en el futuro, las medidas de prevención y la monitorización biológica de las poblaciones expuestas, será muy importante integrar los datos disponibles sobre las enfermedades cancerosas y no cancerosas siguientes a la sobreexposición a radiación ionizante; adoptar una aproximación compleja para interpretar los datos, considerar los impactos de la edad, dispersión de género y geográfica de los individuos afectados, e integrar la evaluación de los periodos de latencia entre la exposición y el desarrollo del diagnóstico de la enfermedad para cada tipo de cáncer.

Dado el grado de incertidumbre y complejidad que conlleva incluso la evaluación más rigurosamente enmarcada de riesgos nucleares, los intentos de pesar la magnitud del accidente por la probabilidad esperable de ocurrencia se han probado problemáticos, dado que estos cálculos esencialmente teóricos solo pueden basarse en series de hipótesis pre-condicionadas. Este no es un punto filosófico arcano, sino más bien un problema muy práctico con implicaciones significativas para la gestión adecuada del riesgo nuclear. Al no planificar la cascada de accidentes imprevistos más allá de los diseñados, el énfasis regulador en la

valoración probabilística se ha probado muy limitado.

Parece obligatoria una urgente reevaluación de esta aproximación y su aplicación en la vida real.

Cualquiera que sea la visión que se tenga de los riesgos y ventajas de la energía nuclear, está claro que la posibilidad de accidentes catastróficos

y sus responsabilidades económicas consiguientes han de ser consideradas en la política y en el proceso regulador de toma de decisiones. En el contexto del conocimiento actual de los riesgos nucleares, los regímenes de responsabilidades paneuropeos planificados necesitarán ser significativamente re-evaluados.

19 Hambre de innovación: de los cultivos MG a la agricultura ecológica

David Quist, Jack A. Heinemann, Anne I. Myhr, Iulie Aslaksen y Silvio Funtowicz

El potencial de la innovación para lograr seguridad alimentaria y resolver otros problemas de naturaleza agrícola es alto en la agenda de virtualmente todas las naciones. Este capítulo analiza dos ejemplos diferentes de innovación alimentaria y agrícola: los cultivos modificados genéticamente (MG) y los métodos de agricultura ecológica, que ilustran de qué forma pueden afectar las diferentes estrategias innovadoras a las futuras opciones agrícolas y sociales.

Los cultivos MG se ajustan bien con los sistemas agrícolas de monocultivo de altos insumos que son altamente productivos pero insostenibles en su necesidad de insumos externos no renovables.

Los derechos de propiedad intelectual concedidos a los cultivos MG a menudo cierran, más que abren, el potencial de más innovación, restringiendo la inversión en una mayor diversidad de innovaciones permitiendo una mayor distribución de sus beneficios.

Los métodos de agricultura ecológica con base en la ciencia son participativos por naturaleza y están diseñados para encajar en la dinámica, subrayando el papel multifuncional de la agricultura en la producción de alimentos, reforzando

la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, proporcionando seguridad a las comunidades. Se adaptan mejor a los sistemas agrícolas cuyo ánimo es proporcionar seguridad alimentaria que a otros que requieren altos insumos externos. Sin embargo, requieren un rango más amplio de incentivos y escenarios de apoyo para tener éxito. Ambas aproximaciones plantean el problema del gobierno de la innovación en la agricultura y más generalmente en las sociedades.

El capítulo explora las consecuencias de una aproximación de “transferencia de tecnología arriba-abajo” para abordar las necesidades de los agricultores pobres. Aquí la innovación suele enmarcarse en términos de crecimiento económico en una economía global competitiva, un foco que puede entrar en conflicto con los esfuerzos para reducir o revertir el daño ambiental provocado por los modelos existentes de agricultura, o incluso disuadir de la inversión en innovación socialmente responsable.

Otra opción explorada es la de “abajo-arriba” usando los recursos ya disponibles: gente local, su conocimiento, necesidades, aspiraciones y recursos naturales indígenas. La opción “abajo-arriba” puede también implicar al público

como actor clave en las decisiones sobre el diseño de los sistemas alimentarios, especialmente al referirse a la calidad de los alimentos, salud y sostenibilidad social y ambiental.

Se presentan alternativas para mejor responder las demandas del consumidor de calidad, sostenibilidad y equidad social en un sentido amplio, mientras se responde a las preocupaciones sanitarias y ambientales y se aseguran los sustentos

en la agricultura local a pequeña escala. Si no conseguimos abordar ahora el gobierno de la innovación en la producción de alimentos, fibra y combustible, entonces las indicaciones actuales son que diseñemos una agricultura que fracasará.

20 Especies invasivas foráneas: ¿una amenaza creciente pero ignorada?

Sarah Brunel, Eladio Fernández-Galiano, Piero Genovesi, Vernon H. Heywood, Christoph Kueffer y David M. Richardson

Las invasiones biológicas son una de las cinco causas principales de pérdida de biodiversidad ya que el continuo desplazamiento y comercio global humano ha movido, y sigue haciéndolo, miles de especies a lo largo y ancho de los cinco continentes. Algunas especies de origen foráneo tienen una alta probabilidad de crecer sin control, lo que puede acabar provocando un daño ambiental.

Una especie foránea — animal, planta o microorganismo— es la que ha sido introducida como resultado de la actividad humana, bien accidental o bien deliberadamente, en una zona donde no podría haber llegado por sí misma.

Una definición común del término “invasora” se centra en su impacto (negativo), mientras otras definiciones solo tienen en cuenta el ratio de expansión, excluyendo las consideraciones sobre el impacto.

A pesar de la cada vez mayor cantidad de legislación que se ha adoptado a escala global, las invasiones biológicas siguen creciendo a un ritmo alto, sin que haya todavía ninguna señal de efecto saturación. La toma de decisiones en este campo es muy desafiante. La complejidad global del problema, su carácter interdisciplinar, las incertidumbres científicas y el gran número de accionistas que han de estar informados e implicados, todas ellas demandan acciones de gobierno que son difíciles de ver emerger a escala regional (como en la

UE), y ni que decir tiene a nivel global.

Está ampliamente aceptado que la prevención de invasiones biológicas o el atajarlas muy al principio es el método más eficaz y eficiente en términos de costes. Sin embargo, las especies inofensivas se pueden confundir con las especies dañinas invasivas, haciendo que se malgasten recursos. Incluso más seriamente, los invasores dañinos pueden tomarse por especies inocuas — llamados ‘invasores con disfraz’ — no pudiendo tomarse ninguna medida apropiada para contrarrestar la amenaza que suponen.

Incluso con un muy buen sistema de evaluación de riesgos, sigue pudiendo haber brotes de especies foráneas invasivas, necesiéndose un sistema de primeras alertas rápidas y una eficaz respuesta para la erradicación. La decisión de dónde trazar la línea entre riesgos ambientales aceptables y la introducción de nuevas especies o comunidades que pueden traer consigo especies foráneas invasivas, se convierte así en un juicio de valor.

Existe un vivo debate dentro de la comunidad científica en relación con las estrategias más adecuadas a seguir para gestionar estas especies foráneas invasivas. Los gobiernos y órganos ejecutivos tienen acceso a considerable conocimiento sobre la materia, pero la ausencia de reglas de interacciones entre las múltiples partes suele frustrar una eficaz toma de decisiones.

21 Móviles y riesgo de tumor cerebral: ¿primeras advertencias, primeras medidas?

Lennart Hardell, Michael Carlberg y David Gee

En 2011 la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) de la OMS clasificó los campos de radiación de los teléfonos móviles y otros aparatos que emiten campos electromagnéticos no ionizantes similares (EMF, por sus siglas en inglés), en el Grupo 2B, es decir, “posible” carcinógeno humano. Nueve años antes, la IARC dio la misma clasificación a los campos magnéticos de las líneas de alta tensión.

La decisión de la IARC sobre los teléfonos móviles se basaba principalmente en dos series de estudios de caso-control de los posibles vínculos entre uso de teléfonos móviles y tumores cerebrales: el estudio Interphone de la IARC y el del grupo Hardell de Suecia. Ambos proporcionaban resultados complementarios y en general mutuo apoyo. Este capítulo da cuenta de los estudios de estos dos grupos — y otros con distintas conclusiones — así como de las revisiones y discusiones que llevaron a la IARC a tomar su decisión en 2011. El capítulo describe también cómo han interpretado de manera muy diferente los distintos grupos la evaluación autorizada de la IARC.

Hoy hay ya diversos metaanálisis y revisiones sobre teléfonos móviles y

tumores cerebrales que describen los desafíos de hacer epidemiología con este problema, las limitaciones metodológicas de los principales estudios publicados hasta hoy y las dificultades de interpretar sus resultados.

Se ha sugerido que los datos sobre la incidencia nacional de los tumores cerebrales podrían ser utilizados para clasificar o desclasificar la asociación entre teléfonos móviles y tumores cerebrales observada en los estudios de caso-control. Sin embargo, además de los defectos metodológicos, puede haber otros factores que influyen en la tasa de incidencia global, como los cambios en la exposición a otros factores de riesgo de tumor cerebral que son desconocidos en los estudios descriptivos. La incidencia del cáncer depende de la iniciación, promoción y progresión de la enfermedad. Como no está claro el mecanismo para los EMF de radiofrecuencia en la carcinogénesis, se refuerza la opinión de que los datos descriptivos sobre la incidencia del tumor cerebral tienen un valor limitado.

El capítulo destaca la inercia de la industria de la telefonía móvil en considerar los diversos estudios y tener en cuenta la clasificación carcinógena de la IARC y la incapacidad de los medios

para dar al público información sólida y coherente sobre los potenciales riesgos para la salud. Tampoco la clasificación carcinógena de la IARC parece haber tenido ningún impacto significativo en las percepciones de los gobiernos de sus responsabilidades de proteger la salud pública de esta extendida fuente de radiación.

Las ventajas de las telecomunicaciones móviles son muchas, pero esas ventajas han de ir acompañadas de la consideración de la posibilidad de daños extensos. Las medidas de precaución ahora, encaminadas a reducir las exposiciones de la cabeza limitarían el tamaño y la gravedad de cualquier riesgo de tumor cerebral que pueda existir. Reducir las exposiciones puede ayudar también a reducir los otros posibles daños que no se consideran en este estudio de caso.

Aumenta la evidencia de que los trabajadores con uso intensivo prolongado de teléfonos inalámbricos que desarrollan glioma o neuroma acústico deberían ser indemnizados. El primer caso del mundo se estableció el 12 de octubre de 2012. El Tribunal Supremo de Italia confirmó una decisión previa que obligaba a la Institución de Seguros Laborales (INAIL, por sus siglas en italiano) a conceder una indemnización laboral a un empresario que llevaba 12 años usando teléfonos inalámbricos y desarrolló un neuroma en el cerebral.

22 Nanotecnología - primeras lecciones de las primeras advertencias

Steffen Foss Hansen, Andrew Maynard, Anders Baun, Joel A. Tickner y Diana M. Bowman

La nanotecnología es la última de una larga serie de tecnologías aclamadas según se asientan en una nueva era de prosperidad impulsada por la tecnología. Se espera que las actuales y futuras aplicaciones de la nanotecnología produzcan sustanciales ventajas sociales y ambientales, aumentando el desarrollo económico y el empleo, generando mejores materiales a costes ambientales más bajos y ofreciendo nuevas formas de diagnóstico y tratamiento de las condiciones médicas. Pese a ello, a medida que los nuevos materiales basados en la ingeniería de nanoescalas se mueven del laboratorio al mercado, ¿hemos aprendido las lecciones de pasadas “maravillosas tecnologías” o estamos destinados a repetir errores pasados?

Este capítulo empieza introduciendo la nanotecnología, aclara la terminología de los nanomateriales y describe los usos actuales de estos materiales únicos. Se resumen algunas de las primeras señales de alerta sobre posibles impactos adversos de algunos nanomateriales, junto con respuestas regulatorias de algunos gobiernos. Inspirado por el primer volumen de *Lecciones tardías de alertas tempranas* de la EEA, el capítulo mira de forma crítica a las lecciones que ya pueden aprenderse, a pesar de la inmadurez de la nanotecnología.

El desarrollo de la nanotecnología ha tenido lugar en ausencia de claras normas de diseño para químicos y creadores de materiales sobre cómo integrar aspectos de salud, seguridad y ambientales en el diseño.

El área emergente de la “nanotecnología verde” ofrece promesa de futuro con su foco en el diseño preventivo. Sin embargo, para ganar tracción, es importante que la investigación sobre la sostenibilidad de los materiales se financie a niveles suficientemente significativos para identificar primeras advertencias, y que los sistemas reguladores proporcionen incentivos para materiales más seguros y sostenibles.

Los órganos ejecutivos políticos han de abordar aún muchos de los defectos de la legislación, investigación e I+D, y las limitaciones en la evaluación de riesgos, gestión y gobierno de las nanotecnologías y otras tecnologías emergentes. En consecuencia, persiste un ambiente pro desarrollo que obstaculiza la adopción de estrategias precavidas pero social y económicamente receptivas en el campo de la nanotecnología. Si se deja sin resolver, esto podría ralentizar la capacidad para asegurar el desarrollo responsable de las nanotecnologías.

23 Entender y tener en cuenta los costes de la inacción

Mikael Skou Andersen y David Owain Clubb

En los procesos de toma de decisiones políticas, la carga de la prueba se distribuye a menudo de forma que los que toman las decisiones solo responden a las señales de las primeras advertencias de riesgos ambientales una vez que se han estimado los costes de la inacción.

Este capítulo revisa algunos problemas ambientales clave para los que se han desarrollado cuidadosamente las estimaciones del coste de la inacción a lo largo de muchos años de investigación.

El ánimo es considerar los desafíos metodológicos implicados en la producción de estimaciones que sean creíbles y apropiadas más que presentar estimaciones específicas para estos costes.

Los estudios de caso proporcionan nuevas percepciones sobre cómo las primeras señales de alarma facilitan una base para estimar los costes de la inacción, cuando la base científica está menos consolidada. Por ejemplo, el caso de la presencia de nitratos en el agua potable ilustra que es bastante concebible una aproximación precavida a los costes de la inacción. La retirada gradual de sustancias que provocan el agujero de ozono, donde los científicos dieron con éxito las primeras voces de alarma al mundo sobre los efectos perniciosos de los clorofluorocarbonos, nos da otro importante caso porque los impactos adicionales sobre el calentamiento global provocan en realidad que los costes de no actuar sean

considerablemente más altos que lo que se pensaba inicialmente.

Esto nos sirve para recordar que las cifras de los costes de la inacción hayan sido a menudo estimadas a la baja.

Finalmente, en el caso de la contaminación del aire, el empleo de distintas estimaciones para evitar el riesgo de muerte ayudará a los órganos ejecutivos a ver que están más o menos atadas a las estimaciones de los costes de la inacción. Incluso si las que están menos atadas son quizá demasiado conservadoras, con un sesgo hacia los efectos en la salud, en muchas ocasiones animarán más que menos al esfuerzo por mitigarlo. La reducción de emisiones también aliviará activos intangibles como son la biodiversidad y la naturaleza.

Hacer el mejor uso de la modelación y ciencia ambientales ayuda a priorizar la protección y precaución ambientales. La producción de las estimaciones de costes no debe ser dejada solamente a los economistas, sino que debe ser vista solo como un punto de partida para una discusión más amplia, participando también la experiencia en salud, ecología, demografía, modelos y ciencia. Las estimaciones bien investigadas, basadas en la colaboración interdisciplinar, pueden reforzar algunos de esos oscuros y dispersos intereses, que durante los procesos ordinarios de toma de decisiones políticas tienen problemas para hacer oír sus voces.

24 Proteger a los primeros en advertir y a las últimas víctimas

Carl Cranor

Muchos de los capítulos de *Lecciones tardías de alertas tempranas* proporcionan ejemplos de científicos que dieron las primeras alarmas y que fueron acosados por revelar verdades inconvenientes sobre el daño inminente a la atención del público y los reguladores. También hay alguna evidencia de jóvenes científicos a los que se desanima a que entren en campos controvertidos por temor a dicho acoso. Además, donde las advertencias han sido ignoradas y el daño se ha producido, se ha demostrado a menudo que era difícil en el pasado conseguir una indemnización justa y rápida a las víctimas. Se exponen aquí algunas ideas para reformar algunos modelos institucionales actuales.

Este capítulo empieza con la exploración de la idea de extender leyes de denuncia para ayudar, animar y proteger a estos científicos de las primeras advertencias y otros que identifican la evidencia de daño inminente. También podrían ser útiles medidas complementarias, como la mayor implicación de sociedades profesionales y el uso de premios de reconocimiento, como por ejemplo en Alemania.

A continuación, el capítulo explora mecanismos mejorados para compensar a las víctimas de la polución y la contaminación. El capítulo sobre el

desastre de la bahía de Minamata proporciona un ejemplo extremo de largos retrasos en conseguir la indemnización adecuada para las víctimas del envenenamiento con metil mercurio. Fue casi cincuenta años, entre 1956 y 2004, antes de que las víctimas consiguieran unos niveles equitativos de compensación y reconocimiento legal de la responsabilidad.

Otros estudios de caso ilustran ejemplos similares de largos retrasos a la hora de recibir la indemnización adecuada.

Se examinan opciones para que en el futuro haya justicia con las víctimas de tecnologías emergentes, tales como nanotecnología, cultivos modificados genéticamente y uso de teléfonos móviles, que actualmente pueden reportar grandes ventajas para el público, pero potencialmente con un coste para pequeños grupos de víctimas. El potencial de una exposición extensa y una ciencia incierta podría justificar esquemas administrativos que proporcionen unas reparaciones más eficaces y equitativas en situaciones donde el beneficio de la duda científica estaría en favor de las víctimas. Se explora también el uso de bonos de seguro por anticipado para minimizar y costear el daño ambiental futuro por las tecnologías de gran escala.

Un panel suplementario describe casos de amianto y mesotelioma, donde los tribunales superiores en el Reino Unido han desarrollado vías innovadoras de tratar con la responsabilidad conjunta y solidaria, y la previsibilidad de casos posteriores de cáncer por amianto, después del reconocimiento inicial de la enfermedad respiratoria, asbestosis. Tales desarrollos legales en el campo del daño personal ilustran la dirección futura de la responsabilidad a largo plazo tanto en el daño ambiental como en el personal.

25 ¿Por qué la industria no reacciona con precaución ante las primeras advertencias?

Marc Le Menestrel y Julian Rode

En el pasado, las empresas han ignorado con frecuencia las primeras señales de alarma sobre los potenciales riesgos para la salud humana o para el ambiente asociados con sus productos o sus operaciones. Este capítulo revisa y analiza literatura interdisciplinar relevante y estudios de caso destacados — en particular los documentados en ambos volúmenes de *Lecciones tardías de alertas tempranas* — e identifica los principales factores responsables del desprecio de esas primeras señales de advertencia.

El capítulo muestra cómo los motivos económicos impulsan a menudo las decisiones industriales no precavidas. En virtualmente todos los casos revisados se percibió como rentable para las industrias el continuar usando productos u operaciones potencialmente dañinos.

Sin embargo, las decisiones se ven influidas también por una mezcla compleja de aspectos epistemológicos, regulatorios, culturales y psicológicos. Por ejemplo, las características del ambiente de la investigación y del contexto regulador pueden proporcionar a los actores de la industria oportunidades para participar de “acciones políticas” para negar o incluso suprimir primeras señales de alarma. Asimismo, los órganos ejecutivos encaran barreras psicológicas

para la concienciación y aceptación de los conflictos de valores y de intereses provocados por las primeras señales de alarma. El contexto cultural de la industria puede contribuir también a la negación de los conflictos de valores.

El capítulo concluye con una serie de reflexiones sobre cómo apoyar una toma de decisiones más precavidas por la industria. Una respuesta política prominente a los conflictos de intereses de la industria y de la sociedad es la introducción de regulaciones que intenten dirigir la racionalidad de la industria hacia la internalización de los efectos externos.

Deben ser consideradas soluciones innovadoras tales como los bonos de seguros.

Es necesario entender mejor y exponer por qué los actores de la industria no responden a las primeras señales de advertencia con medidas de precaución. Culpar a la industria, en particular a posteriori, suele ser la reacción común que puede no ser siempre constructiva. A menudo se omite la compleja o incluso contradictoria serie de motivos e impulsos que encaran los actores de la industria.

Las instituciones públicas podrían apoyar a una industria progresista analizando y revelando públicamente los dilemas y tentaciones provocados por las primeras señales de alarma, por ejemplo para distintas industrias y para el contexto específico social y regulatorio de las decisiones. La exposición rigurosa y explícita de los dilemas supondrá nuevos incentivos para que los actores responsables compartan y comuniquen sus respuestas precavidas.

Una reflexión adicional se centra en el rol de las medidas políticas de los actores de la industria, en particular aquellas medidas encaminadas a suprimir las señales de primeras alarmas. Los esfuerzos reguladores para hacer más transparentes las medidas políticas de la industria, manteniendo así nuestra capacidad para aprovechar las primeras señales de alarma, reduciendo la probabilidad de peligros ambientales y para la salud.

26 Ciencia para una toma de decisiones con precaución

Philippe Grandjean

Las metas de los investigadores pueden diferir de las de las agencias reguladoras responsables de la protección del medio ambiente. Por tanto, la investigación debe tener en cuenta la viabilidad, el mérito y las agendas institucionales, que pueden conducir a inflexibilidad e inercia.

Una gran parte de la investigación académica sobre riesgos ambientales parece por tanto centrarse en un pequeño número de químicos ambientales bien estudiados como los metales. Por tanto, dicha investigación debería considerar en mayor medida problemas poco conocidos, especialmente los riesgos potenciales sobre los que se necesita particularmente más información.

Cuando los resultados publicados en revistas científicas se expresan en un lenguaje evasivo, puede haber interpretaciones erróneas. Por ejemplo, a menudo se dice que es negativo un estudio que no documenta con significación estadística la presencia de un peligro, pudiendo ser malinterpretados los resultados al no haber evidencia del peligro. Tales erróneas conclusiones se inspiran en las tradiciones de la ciencia, que exigen un examen meticuloso y repetido antes de que se pueda decir que una hipótesis está sustanciada.

Para priorizar las necesidades que necesitan acción, la investigación debe

en cambio centrarse en identificar la posible magnitud de riesgos potenciales. La investigación se ve siempre afectada por incertidumbres, pudiendo muchas de ellas nublar una asociación real entre un peligro ambiental y sus efectos adversos, resultando así en un riesgo subestimado. Por lo tanto, la investigación sobre salud ambiental necesita abordar la siguiente cuestión: ¿confiamos lo suficiente que esta exposición a un riesgo potencial produce unos efectos adversos suficientes para iniciar unos trámites transparentes y democráticos para decidir sobre la intervención apropiada?

La elección de los temas de investigación debe considerar las necesidades sociales de información en riesgos poco conocidos y potencialmente peligrosos. La investigación debe ser complementaria y extender el conocimiento actual, más que ser repetitiva para fines de verificación, según requiere el paradigma de la ciencia tradicional. Las conclusiones de la investigación han de estar abiertamente disponibles e informadas, de manera que den forma a juicios que afectan a la posible magnitud de los riesgos ambientales sospechosos, facilitando así la toma precavida y a tiempo de decisiones.

27 ¿Más o menos precaución?

David Gee

Pese a su presencia en un cada vez mayor cuerpo legal y jurisprudencia de la UE y de las naciones, la oposición a la aplicación del principio de precaución ha sido fuerte por parte de intereses bastardos que perciben los costes económicos a corto plazo de su uso. Hay también resistencia intelectual de los científicos que no reconocen que la incertidumbre e ignorancia de la ciencia están demasiado adheridas a paradigmas científicos convencionales, y que esperan una evidencia muy fuerte antes de aceptar vínculos causales entre la exposición a los estresantes y el daño.

El capítulo pone el foco en algunos de los problemas clave que son relevantes para comprender mejor el principio de precaución y su más amplia aplicación. Entre estos problemas se incluyen las diferentes y confusas definiciones del principio de precaución y conceptos relacionados tales como prevención, riesgo, incertidumbre, variabilidad e ignorancia, mitos comunes sobre el significado del mencionado principio de precaución; distintos intentos de manejar la complejidad e incertidumbre científicas; y el empleo de distintas fuerzas de evidencia con fines diferentes.

El contexto de aplicación del principio de precaución implica también considerar el

ratio entre “conocimiento e ignorancia” para el agente en cuestión: el principio de precaución es especialmente relevante donde este ratio es bajo, como con las tecnologías emergentes.

Se presenta una definición de trabajo del principio de precaución que pretende superar algunas de las dificultades con otras definiciones, como su uso de triples negativos; incapacidad para abordar el contexto de uso del principio de aplicación; no se hace referencia a la necesidad de fuerzas de evidencia específicas para cada caso; e interpretaciones descaradamente estrechas de los pros y contras de la acción o la inacción.

El capítulo subraya también la necesidad de un mayor compromiso público en el proceso de enmarcado y toma de decisiones acerca tanto de las innovaciones aguas arriba como de sus peligros aguas abajo, incluyendo la especificación del “alto nivel de protección” requerido por el tratado de la UE. Se propone un escenario de precaución y participación para el análisis de riesgos, junto con algunos “criterios para la acción” que complementan los criterios para la causalidad.

La capacidad para prever y prevenir

los desastres, especialmente cuando a dicha acción se oponen poderosos intereses económicos y políticos, parece ser limitada, como ilustran los casos de *Lecciones tardías de alertas tempranas*. El capítulo argumenta que con más humildad para afrontar la incertidumbre, ignorancia y complejidad y mayor compromiso público, las sociedades podrían escuchar las lecciones del pasado y usar el principio de precaución para

anticipar y minimizar muchos peligros futuros, al tiempo que se estimula la innovación. Dicha aproximación animaría también a un análisis de riesgos más participativo, a una ciencia de sistemas más realista y transparente y a unas innovaciones más socialmente relevantes y diversas diseñadas para satisfacer las necesidades de las personas y los ecosistemas.

28 En conclusión

El primer volumen de *Lecciones tardías de alertas tempranas* destacaba las dificultades para equilibrar precaución e innovación tecnológica y terminaba haciendo un llamamiento a la acción de los legisladores. ¿Cuánto se ha progresado desde entonces?

Primero, cada vez hay más evidencia de que las medidas de precaución no impiden la innovación, sino que pueden animarla, en particular cuando son apoyadas por una regulación inteligente y unos cambios fiscales bien diseñados. No solo se ha enriquecido el cuerpo de conocimiento desde 2001, sino que el número de accionistas implicados en la toma de decisiones se ha hecho mayor y más diverso. Ha crecido también la atención a la comunicación de la incertidumbre científica, especialmente en los campos de cambio climático, seguridad alimentaria y riesgos emergentes.

Sin embargo, en otras áreas se ha progresado menos: por ejemplo, sigue habiendo muchos de los “silos burocráticos” políticos y científicos, pese a las llamadas a la integración de políticas y la coordinación interdepartamental. Esto ha llevado a la destrucción inintencionada de stocks de capital natural en algunas partes del mundo y en otros casos, la expansión global de tecnologías a pesar de las advertencias de peligros inminentes. El resultado ha

sido daño extenso, sin que los mayores contaminadores hayan pagado aún todos los costes de la contaminación.

Aun así, están emergiendo nuevos intentos transformadores para gestionar los desafíos sistémicos e interconectados que encara el mundo, p.ej., económicos/ financieros, clima/energía/, ecosistemas/ alimentos. Todos ellos guardan relación con, entre otras, el aumento de las comunicaciones y redes digitales por los consumidores, ciudadanos y accionistas para demandar y aumentar la participación, la responsabilidad social, mayores niveles de transparencia y responsabilidad, especialmente en la determinación de las rutas futuras para la energía y la producción de alimentos. Se entienden mejor hoy la complejidad del medio ambiente, la ignorancia científica y las incertidumbres, la irreversibilidad de muchos impactos dañinos y sobre los mayores riesgos para los intereses a largo plazo de la sociedad si siguen sin cambiar las instituciones políticas y financieras. También algunas corporaciones están abrazando fundamentalmente objetivos de desarrollo sostenible en sus modelos de negocio y actividades.

Los estudios de caso a lo largo de los dos volúmenes de *Lecciones tardías de alertas tempranas* cubren una diversa gama de innovaciones químicas y tecnológicas, destacando una serie de

problemas sistémicos. Estos incluyen la falta de mecanismos institucionales y de otro tipo para responder a las primeras señales de alarma; una falta de vías para corregir los fallos del mercado causados bien por precios de mercado desplazados o bien donde los costes y riesgos para la sociedad y la naturaleza no se han internalizado debidamente; y el hecho de que decisiones clave sobre las rutas de innovación se tomen por quienes tienen intereses bastardos y/o por un número limitado de personas en nombre de muchas. Las lecciones y percepciones extraídas de las historias de caso nos proporcionan las semillas para algunas de las respuestas. También, conocimiento para una serie de acciones clave que se describen a continuación.

Desde luego, sigue habiendo muchas preguntas. Por ejemplo: ¿Cómo puede emplearse el principio de precaución para apoyar la toma de decisiones en vista de las incertidumbres y las inevitables sorpresas derivadas de los sistemas complejos?; ¿Cómo pueden las sociedades evitar la falta de conocimiento “perfecto” como justificación de la inacción en vista de evidencia “plausible” de daño grave?; ¿Cómo pueden equilibrarse los conflictos de intereses durante las fases de desarrollo y uso?; y ¿Cómo pueden distribuirse de manera más equitativa los beneficios de los productos y las tecnologías?

Reducir los retrasos entre las primeras advertencias y las medidas

La mayoría de los estudios de caso de *Lecciones tardías de alertas tempranas* Volúmenes 1 y 2 ilustran que si se hubiera aplicado el principio de precaución

en base a las primeras advertencias, justificado por “motivos razonables de preocupación”, se habrían salvado muchas vidas y evitado muchos daños a los ecosistemas. Es por tanto muy importante que las tecnologías emergentes de gran escala, tales como biotecnologías, nanotecnologías y tecnologías de la comunicación apliquen el principio de precaución con base en las experiencias y lecciones aprendidas de estos y otros estudios de caso. Las medidas de precaución se pueden ver como un estímulo más que como un obstáculo para la innovación; ciertamente no conducen a muchas falsas alarmas. Como muestra el análisis del Volumen 2, de 88 casos considerados ‘falsos positivos’, donde los peligros fueron regulados de forma errónea como riesgos potenciales, solo cuatro fueron auténticas falsas alarmas. La frecuencia y escala del daño sobre todo de los estudios de caso ‘falsos negativos’ indican que podría merecer la pena cambiar la política pública hacia la evitación del daño, aun a costa de algunas falsas alarmas, dados los costes asimétricos de equivocarse en términos de actuar o no actuar con base en primeras advertencias creíbles.

Sin embargo, la velocidad y la escala de las innovaciones tecnológicas pueden impedir actuar a tiempo. Esto ocurre a menudo porque para cuando la evidencia del daño ha quedado patente, la tecnología ha sido modificada, permitiendo así que se reivindicquen reclamaciones de seguridad. Incluso cuando el cambio tecnológico ha sido marginal, la gran escala, a veces global, de la inversión puede llevar a un extensor aprisionamiento tecnológico, que es

difícil y caro de modificar.

Estos rasgos de la innovación tecnológica actual justifican la necesidad de tomarse más en serio las primeras señales de alarma y actuar con evidencias menos fuertes que las que se usan normalmente para alcanzar la “causalidad científica”. La mayor parte de los estudios de caso muestran que para cuando esa fuerza de evidencia está disponible, se ha diversificado y extendido el daño a las personas y los ecosistemas más que cuando se identificó por primera vez, pudiendo haber sido causado por unas exposiciones mucho menores que las inicialmente consideradas peligrosas.

Los estudios de caso han demostrado también que la precaución tiene muchas barreras, incluyendo: la naturaleza a corto plazo de casi todos los horizontes políticos y financieros; la existencia de monopolios tecnológicos; la naturaleza conservadora de las ciencias implicadas, incluyendo los “silos” separados en los que operan; el poder de algunos accionistas; y las circunstancias institucionales y culturales de la legislación pública, que a menudo favorece al statu quo.

Reconocer la complejidad cuando se trata con los múltiples efectos y umbrales

El creciente conocimiento científico ha demostrado que los vínculos causales entre estresantes y daño son más complejos que lo que se pensaba inicialmente y esto ha tenido consecuencias prácticas para la minimización del daño.

Gran parte del daño descrito en los

Volúmenes 1 y 2, como los cánceres o el declive de las especies, es causado por diversos factores co-causales que actúan bien por separado o bien conjuntamente. Por ejemplo, el descenso de la inteligencia en los niños puede vincularse con el plomo de la gasolina, mercurio y bifenilos policlorados (PCB), así como con factores socioeconómicos; el colapso de las colonias de abejas puede vincularse con virus, cambio climático y pesticidas nicotinoides; y el propio cambio climático es provocado por procesos químicos y físicos interconectados.

En algunos casos, como las exposiciones en fetos o en pescados, es el tiempo de la exposición a un estresante lo que provoca el daño, no necesariamente lo hace la cantidad; el daño puede ser también provocado o exacerbado por otros estresantes que actúan siguiendo una secuencia temporal determinada. En otros casos, como la radiación y algunos químicos como el bisfenol A, las exposiciones bajas pueden ser más perjudiciales que las altas; en otros, como amianto con Tabaco, y algunos disruptores endocrinos, los efectos dañinos de las mezclas pueden ser peores que los de cada estresante por separado. También varían las susceptibilidades a los mismos estresantes en personas diferentes, dependiendo de niveles preexistentes de estrés, genética y epigenética. Esta variación puede provocar diferencias en umbrales o exposiciones a puntos de inflexión por encima de los cuales el daño se hace aparente en algunos grupos o ecosistemas, pero no en otros. De hecho hay algunos efectos dañinos que solo ocurren a nivel de sistema, como en

las colonias de abejas, que no pueden predecirse analizando una única parte del sistema, como sería una abeja individual.

Nuestro mayor conocimiento de complejos sistemas biológicos y ecológicos ha revelado también que ciertas sustancias dañinas, como los PCB y el DDT pueden moverse por todo el mundo por medio de una serie de procesos biogeoquímicos y físicos, acumulándose a continuación en organismos y ecosistemas a miles de kilómetros de distancia.

Las implicaciones prácticas de estas observaciones son triples. Primero, es muy difícil establecer evidencia sólida de que una sola sustancia o estresante “cause” daño de manera que se justifiquen medidas a tiempo para evitar el daño; en muchos casos solo estará disponible evidencia razonable de co-causalidad. Segundo, una falta de consistencia entre los resultados de la investigación no es razón suficiente para despreciar posibles vínculos causales: de la complejidad cabe esperar inconsistencia.

Tercero, al tiempo que se reduce la exposición dañina a un factor co-causal puede no llevar necesariamente a una gran reducción en el daño global causado por muchos otros factores, en algunos casos la eliminación de un solo eslabón de la cadena de multi-causalidad podría reducir mucho daño.

Se necesitan unos sistemas más holísticos y multidisciplinar para analizar y gestionar la complejidad causa de los sistemas en los que vivimos.

Repensar y enriquecer la investigación de medio ambiente y salud

La investigación de medio ambiente y salud se centra abiertamente en peligros bien conocidos más que en riesgos desconocidos a costa de problemas emergentes y sus impactos potenciales. Por ejemplo las diez sustancias más conocidas, como plomo y mercurio, aparecen en casi la mitad de los artículos publicados sobre sustancias químicas en las principales revistas ambientales a lo largo de la última década. En esa década, los fondos de la UE para la investigación pública sobre nanotecnología, biotecnología, así como la Tecnología de Información y Comunicaciones (ICT, por sus siglas en inglés) están claramente sesgados hacia el desarrollo de productos, con solo el 1% gastado en peligros potenciales. Una distribución más equitativa de la financiación entre problemas conocidos y emergentes, y entre productos y sus riesgos, enriquecería la ciencia y ayudaría a evitar daños futuros a las personas y los ecosistemas y al éxito económico duradero de esas tecnologías.

Financiar una ciencia de sistemas más holísticos ayudaría también a lograr una mayor integración entre las diferentes ramas de la ciencia y contrarrestar problemas como por ejemplo: revisión inter pares sobre todo dentro de las disciplinas y no a través de las mismas; intereses a corto plazo en competencia con la visión a largo plazo; competición en vez de cooperación por los conflictos de intereses; contradicciones entre paradigmas; fragmentación de valores y autoridad, así como de la información

y del conocimiento. Todas ellas pueden llevar a soluciones inferiores y proporcionar más oportunidades para aquellos intereses bastardos en fabricar dudas.

También se pueden mejorar los métodos científicos. Por ejemplo, se requieren evidencias mucho más sólidas en conjunto para aceptar la causalidad, comparado con la evidencia empleada para aseverar seguridad. La afirmación de que no existe evidencia de daño se asume entonces que es evidencia de no daño, incluso aunque no esté presente la investigación relevante. Históricamente ha habido excesiva confianza en la significancia estadística de estimaciones de puntos en comparación con los límites de confianza basados en muestreo múltiple.

También ha habido un sesgo hacia el uso de modelos que grosso modo simplifican la realidad más que usar observaciones a largo plazo y datos de tendencia de los sistemas biológicos y ecológicos. Estas aproximaciones han llevado frecuentemente a que se produzcan falsos positivos. Lo más importante es que se ha ignorado el gobierno de la ignorancia científica y de los desconocimientos.

Finalmente, muchos estudios de caso destacan los problemas encarados por los científicos que dieron las primeras voces de alarma y que fueron hostigados por su labor pionera, incluyendo prohibiciones de hablar en público o publicar, pérdidas de fondos, amenazas legales o de otro tipo y degradación. Una conclusión evidente es que los científicos en esta situación estarían mejor protegidos vía una ampliación de las “denuncias” y leyes

discriminatorias, o vía el reconocimiento independiente del valor de su trabajo.

Mejora de la calidad y valor de las evaluaciones de riesgos

La mayoría de los estudios de caso de *Últimas lecciones de las primeras advertencias* indican que los métodos para la evaluación de riesgos deberían abrazar más las realidades de complejidad causal y de sistemas (más que usar un estrecho concepto de ‘riesgo’) con los rasgos inevitables de ignorancia, indeterminación y contingencia. En una serie de estudios de caso, por ejemplo el BPA, donde dosis bajas son más dañinas que dosis altas, o los antiincrustantes (TBT) y dietilestilostrol estrógeno sintético (DES) donde la cronología de la dosis es lo que la hace dañina, las hipótesis simplistas no son adecuadas.

La variabilidad en las exposiciones y susceptibilidades entre las poblaciones y especies expuestas son factores también a tener en cuenta de modo más realista en las evaluaciones de riesgos.

Esto es igualmente cierto para las evaluaciones de riesgos tecnológicos. Como concluyó el Comité de Investigación de Fukushima en 2011:

‘...los accidentes nos presentan lecciones cruciales sobre cómo deberíamos prepararnos para “incidentes más allá de las hipótesis”. Al no planificar los efectos cascada más allá de los accidentes conforme a un diseño, “el énfasis regulador en la evaluación probabilística de riesgos con base en el riesgo se ha probado muy imitado”.

En otras palabras, los métodos restrictivos de valoración de riesgos están hoy desbordados por las realidades que no pueden abordar, reconocer y comunicar. Esto contribuye con demasiada frecuencia a la negación efectiva de esos riesgos que no encajan en el marco de la evaluación de riesgos. Es por lo tanto urgente que la prácticas de evaluación de riesgos se transformen para darles una base más amplia, inclusiva, transparente y responsable.

Debe haber también más comunicación sobre la diversidad de opiniones científicas, especialmente sobre problemas emergentes donde abundan las incertidumbres y la ignorancia, siendo las genuinas diferencias de interpretaciones científicas probables, deseables y defendibles. En este sentido, el reconocimiento del pedigrí del conocimiento, es decir, la consistencia de opiniones entre iguales y el nivel de convergencia que provienen de las diferentes ramas de la investigación, es esencial para una toma eficaz de decisiones y medidas para reforzar el bienestar de las personas y medio ambiente.

Los estudios de caso muestran que se pueden mejorar las valoraciones de la evidencia en las evaluaciones de riesgos incluyendo a un gran número de accionistas a la hora de enmarcar los riesgos y la agenda de opciones; ampliando el alcance y número de miembros de los comités de evaluación; incrementando la transparencia de los métodos y aproximaciones de los comités, especialmente en lo relativo a la identificación de las incertidumbres y la ignorancia; y asegurando su

independencia de influencias indebidas mediante el uso apropiado de las fuentes de financiación y aplicando políticas robustas sobre los conflictos de interés.

La confianza pública aumentaría si toda la evidencia usada en las evaluaciones de riesgos fuera accesible públicamente y abierta a verificación independiente, incluyendo los datos entregados por las industrias a las autoridades.

Como demuestran las experiencias con mercurio, gasolina con plomo, teléfonos móviles, BPA, y con las abejas, puede haber una significativa divergencia en las evaluaciones de la misma, o muy similar, evidencia científica por distintos comités para evaluación de riesgos. En dichos casos, las diferencias en la elección de paradigma, hipótesis, criterios para aceptar la evidencia, peso puesto en distintos tipos de evidencia, todas ellas han de ser explicadas. Los asesores de riesgos y los órganos ejecutivos han de ser también conscientes del mal uso esporádico de la complejidad y la incertidumbre para desviar el foco de las medidas de precaución “fabricando la duda” y esperando a las aproximaciones de la “buena ciencia” desarrolladas originalmente por la industria del tabaco para retrasar la acción.

Reforzar la cooperación entre industria, gobierno y ciudadanos

La formulación de las políticas debería partir de un concepto amplio de innovación tecnológica para incluir innovación no tecnológica, social, institucional, organizativa y del comportamiento. En este escenario, los

gobiernos tienen al menos tres papeles: proporcionar dirección mediante la puesta en vigor de regulaciones inteligentes y señales consistentes al mercado; asegurar que las consecuencias distributivas de las innovaciones están equilibradas entre riesgos y recompensas en toda la sociedad; y fortalecer una diversidad de innovaciones de forma que prevalezcan unos intereses sociales más amplios en lugar de más estrechos.

Numerosos estudios de caso muestran que las decisiones para actuar sin precaución provienen de las industrias. Sin embargo, hay distintos impedimentos para que las industrias actúen con precaución, incluyendo un foco puesto en el valor económico a corto plazo para los accionistas junto con los factores psicológicos que conducen a la llamada “ceguera ética” o un “sesgo al servicio propio” por los que la gente interpreta muchas veces situaciones ambiguas en su propio beneficio.

Los gobiernos y las industrias podrían colaborar más con los ciudadanos en revelar públicamente los potenciales conflictos de valores en la actuación ante las primeras señales de advertencia.

La implicación del público puede ayudar también en la elección de aquellas rutas de innovación al futuro; en la priorización de investigación pública relevante; proporcionando datos e información en apoyo de la monitorización de las primeras señales de advertencia; mejora de las evaluaciones de riesgos; buscar las compensaciones apropiadas entre las innovaciones y los riesgos sanitarios y ambientales plausibles; tomando decisiones sobre las compensaciones riesgo-riesgo.

Corregir los fallos del mercado usando los principios de que el que contamina, paga y el de prevención

Cuando emerge la evidencia de daño inicial, los costes deberían ser internalizados retroactivamente en los precios de los productos contaminantes, vía impuestos y tasas, en línea con el principio de que quien contamina, paga y la práctica emergente en todo el mundo. Los ingresos podrían usarse a continuación para estimular la investigación de alternativas menos peligrosas, y parte para reformar los sistemas fiscales reduciendo los impuestos y tasas para “bienes sociales” como el empleo.

La carga fiscal de la polución subiría o bajaría en línea con el nuevo conocimiento científico acerca del daño creciente/decreciente, lo que ayudaría a nivelar el terreno de juego para alternativas menos contaminantes. Los cambios fiscales de empleo a contaminación y el uso ineficiente de recursos puede reportar múltiples ventajas como el aumento de empleo, un estímulo a la innovación, una base fiscal más estable a la luz de cambios demográficos previstos y un sistema más eficaz de recaudación fiscal.

Más ampliamente, las empresas y los gobiernos necesitan extender sus sistemas de responsabilidad económica para incorporar los impactos totales de sus actividades en la salud de las personas y de los ecosistemas. Los gobiernos han de anticipar esto en sus políticas mediante la provisión de la mezcla adecuada de instrumentos fiscales tanto para proteger al público como para asegurar que la

firma internalice los costes reales del daño potencial.

Algunos estudios de caso demuestran también los largos periodos de tiempo que transcurren entre la evidencia del daño y la injusticia y el tiempo adicionales forzando a las víctimas a seguir sus casos por medio de reclamaciones de compensaciones civiles. Podían emprenderse y financiarse programas de indemnización rápida y bonos de seguro con anticipación al daño potencial por las industrias que están produciendo tecnologías nuevas y a gran escala, ayudando así a compensar cualquier fallo potencial del mercado. Dichos esquemas pueden diseñarse también para aumentar los incentivos para que las empresas innovadoras realicen más investigación sobre la identificación y eliminación de peligros.

Gobierno de la innovación e innovación del gobierno

Los informes de *Lecciones tardías de alertas tempranas* demuestran las complejidades de desarrollar no solo la clase correcta de ciencia y conocimiento sino también el manejo de las interacciones entre los muchos actores e instituciones implicados — gobiernos, legisladores, industrias, emprendedores, científicos, representantes de la sociedad civil, ciudadanos y medios de comunicación.

Junto con muchos otros análisis producidos en todo el mundo hoy, los informes ponen también el acento en la necesidad de actuar para transformar nuestra forma de hacer y de pensar, y urgentemente en vista de cambios

globales, retos y oportunidades sin precedentes. Muchas lecciones se han aprendido, aunque no se haya actuado aún ante ellas. Cualquier llamada a la acción necesitará, reflejar en el marco y apoyo socioeconómico global de hoy, entre otras cosas, el impulso para:

- Reequilibrar la priorización del capital económico y financiero sobre los capitales social, humano y natural por medio de la aplicación más amplia de la política de los principios de precaución, prevención y el que contamina, paga, y la responsabilidad ambiental;
- Ensanchar la naturaleza de la evidencia y el compromiso público en las elecciones sobre rutas de innovación dirigiendo los esfuerzos científicos para gestionar desafíos sistémicos y complejos y desconocimientos, complementando esto con conocimiento profesional, lego, local y tradicional; y,
- Acumular más adaptabilidad y resiliencia en los sistemas de gobierno para tratar con las múltiples amenazas sistémicas y sorpresas, reforzando las estructuras institucionales y desplegando tecnologías de información en apoyo del concepto de información responsable y diálogos.

El gobierno de la innovación seguirá al nivel de las buenas intenciones hasta que se traduzca en innovaciones en las prácticas de la ciencia, disposiciones institucionales y compromisos públicos, así como las transformaciones en las actitudes prevalentes en la industria, su práctica e influencia. Estas son las tareas que hay por delante.