

Riesgo y principio de precaución. Hacia una cultura de la incertidumbre

HANNOT RODRÍGUEZ¹

Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea

139

1. INTRODUCCIÓN

Una consideración lo más completa posible del papel que la ciencia y la tecnología juegan en nuestras sociedades no puede obviar los riesgos que estas actividades generan. De este modo, es necesario reconocer abiertamente el carácter constitutivo del riesgo y la incertidumbre en el desarrollo científico-tecnológico.

Ante estos riesgos derivados de la ciencia y la tecnología, la sociedad ha desarrollado sus propios mecanismos de control de riesgos a través de la implementación de instrumentos científico-políticos (Molak 1997). Sin embargo, la experiencia de diversas catástrofes medioambientales y para la salud ha puesto de manifiesto los límites de los mecanismos clásicos para evaluar y gestionar los riesgos de manera adecuada.

A su vez, estas limitaciones del conocimiento anticipativo científico para determinar con precisión los riesgos potenciales a los que nos vemos expuestos han planteado en nuestras sociedades la necesidad de abordar la problemática de los impactos del desarrollo científico-tecnológico sobre el medio y las personas a partir de un enfoque *precautorio*, que sea capaz de reconocer tanto los límites de la prognósis científica como la complejidad de los sistemas ambientales y sociotécnicos bajo estudio. O dicho de otro modo, que sea capaz de desarrollar medidas adecuadas de control en contextos donde la incertidumbre manda y no tenemos un conocimiento bien establecido sobre el riesgo futuro.

Este enfoque precautorio, que ha venido a denominarse «principio de precaución», se presenta como una estrategia de gestión de la incertidumbre en situaciones para las cuales, aun teniendo una información insuficiente (incierto) de las consecuencias de nuestras acciones, dispongamos de indicios acerca de su

1. El autor ha podido realizar este trabajo gracias a la beca AP2000-2587 del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

peligrosidad. La adopción de este principio en las políticas de medio ambiente y salud pública abre la puerta a una nueva manera de gestionar y regular aquellas actividades que puedan significar una amenaza (aunque incierta) para la salud y el medio ambiente.

Esta transición del «riesgo» a la «precaución» faculta el paso de la creencia en la *controlabilidad* (cuando hablamos de riesgos hablamos de situaciones inciertas pero controlables probabilísticamente) a la asunción de una ausencia de conocimiento bajo la forma de incertidumbres a menudo irreducibles. En este contexto, puede defenderse que este giro expresa una *nueva cultura*, que impregna de arriba a abajo a los complejos «ciencia-tecnología», «economía», «política», «ética», «derecho» en su trato con las amenazas propias de las sociedades contemporáneas. Supone, en suma, una nueva manera de conceptualizar y tratar el desafío de los riesgos propios de nuestras sociedades, partiendo del reconocimiento pleno de la incertidumbre en las diversas esferas de lo científico-social.

Para llevar a cabo este cometido, propongo la siguiente ruta argumental: en la siguiente sección (sección 2) pasaré a caracterizar de una manera breve en qué consiste el riesgo. A continuación (sección 3) daré cuenta de la estructura y función del análisis del riesgo tal como se configura en nuestras sociedades. Después, en la sección 4 me centraré en el estudio de la incertidumbre, para lo cual la analizaré en relación al riesgo (sección 4.1) y a los sistemas sociotécnicos y ambientales de los cuales emerge (sección 4.2). En la sección 5 abordaré ya el principio de precaución a través de la elucidación tanto de sus raíces y estatus jurídico-político (sección 5.1) como de su contenido (sección 5.2). Seguidamente (sección 6) pasaré a argumentar el papel que el principio de precaución juega en el reconocimiento y constitución de contextos de incertidumbre que se vuelven básicos para el proceso de gestión de tecnologías. Para acabar, efectuaré una serie de consideraciones finales (sección 7).

2. CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO

La *Society for Risk Analysis* define el riesgo como «el potencial para la realización de consecuencias no deseadas, adversas para la vida humana, la salud, la propiedad y el medio ambiente».² De esta definición se sigue que el concepto de riesgo denota la posibilidad de que en un futuro se produzcan acontecimientos no deseados como resultado de algún determinado curso de acción. A su vez, la definición implica la búsqueda de conexiones causales entre nuestras acciones y los posibles resultados de las mismas para, de esta manera, modificar las causas y evitar así consecuencias no deseadas, de lo que se deduce que el riesgo se trata de un concepto tanto descriptivo como normativo (Renn 1992, 56-58). Esto significa que el concepto «riesgo» hace referencia a un futuro calculable, a un futuro para el

2. Puede encontrarse un glosario de términos relacionados con el riesgo en la página que la *Society for Risk Analysis* tiene en Internet en la siguiente dirección electrónica: www.sra.org/glossary.htm.

cual es posible determinar qué es lo que ocurrirá de optar por un curso de acción determinado. Es decir, se hace referencia a una situación de toma de decisiones, lo que nos permite identificar el riesgo —el cálculo de los riesgos posibles, mejor dicho— con la producción de seguridad, la búsqueda de control (Bechmann 1995).

Otra de las características reseñables del riesgo hace referencia al grado de magnitud del daño al que podemos vernos expuestos en la realización de un acontecimiento dado. Dicho esto, es indudable que muchos de los riesgos a los que nos vemos expuestos tienen un potencial catastrófico. En estos casos hay mucho en juego y los errores se contabilizan por muertos y destrucciones ecológicas. Las «apuestas de decisión» (*decision stakes*) (Funtowicz y Ravetz 1992) son tan altas que existe la posibilidad de hipotecar el futuro de la humanidad. En este contexto, se cuestiona, por ejemplo, la factibilidad o no de idear y materializar depósitos permanentes que logren albergar residuos radiactivos cuyo poder destructivo no se agota en miles y miles de años, lo que supone dudar de la capacidad del conocimiento experto para afrontar los retos que se plantean en estos contextos de incertidumbre extrema (Shrader-Frechette 1993).

Esta posibilidad amenazadora, que bajo la forma de riesgos para la salud y el medio ambiente se cierne sobre nuestras cabezas, ha llevado a las instituciones a desarrollar mecanismos de análisis y control de estas amenazas. Sin embargo, esos intentos de generar seguridad se han visto a menudo abocados a una inoperancia absoluta, lo que ha provocado la emergencia de una crisis de legitimidad de los diversos subsistemas sociales encargados de mantener los riesgos a raya (Beck 1986, 1988).

Dicho esto, y a pesar de que diversos acontecimientos recientes como el de la crisis de las «vacas locas» hayan puesto de manifiesto las debilidades de la gestión científico-política en su trato con los riesgos, es innegable que hoy en día las decisiones en materia de tecnologías, medio ambiente y salud pública se toman en base a un conocimiento experto, en el contexto de lo que se conoce como «análisis del riesgo», lo que nos fuerza a tratar de caracterizar de una manera más estricta en qué consiste este análisis.

3. ANÁLISIS DEL RIESGO

Caracterizaremos al análisis del riesgo como una herramienta de análisis político que basa sus decisiones sobre la información científica disponible (Rowe 1992, 18). Por lo tanto, es posible decir que el análisis del riesgo se basa en un conocimiento experto cuya finalidad es la de proveer una «base objetiva» sobre la cual tomar decisiones políticas, en un intento de «racionalizar» este proceso de toma de decisiones (Hansson 1993; Cooke 1982).

El análisis del riesgo puede dividirse en función de dos tareas centrales (véase, para más detalle, Shrader-Frechette 1991):

a) *Evaluación del riesgo* (que a la vez puede dividirse en tres quehaceres principales):

- *Identificación* del riesgo: se identifica una sustancia o una práctica tecnológica cualquiera como peligrosa para la salud humana o para el medio ambiente. Esto es, se trata de identificar todas las posibles consecuencias que pudieran resultar de una acción dada.
- *Estimación* del riesgo: se calcula la probabilidad de ocurrencia de ese riesgo identificado así como su severidad. Aquí se trata de aplicar métodos analíticos para estimar la probabilidad de cada consecuencia y la magnitud del efecto adverso asociado con tal consecuencia.
- *Valoración* del riesgo: aquí se decide si un riesgo dado es aceptable o no. Se establecen comparaciones con riesgos ya aceptados de antemano y se calculan los posibles costos y beneficios asociados a los nuevos riesgos para determinar la idoneidad o no de correr con los mismos.

b) *Gestión del riesgo*: aquí se establecen políticas con el fin de regular, prohibir, fijar impuestos especiales, etc., sobre el riesgo previamente calculado y determinado. De lo que se trata es de que los gestores del riesgo hagan cumplir de la manera más adecuada posible los estándares de aceptabilidad fijados en los pasos anteriores. La gestión del riesgo se ocupa pues de establecer pautas de acción mediante la búsqueda de maneras de eliminar, mitigar o adaptarnos a los nuevos riesgos tal como fueron determinados en la fase evaluadora anterior.

Dicho esto, tal vez sería posible que nos refiriéramos a la evaluación del riesgo como lo que *sabemos* acerca de los riesgos y a la gestión del riesgo, tal como acabamos de decir, como lo que *deseamos o podemos hacer* con los riesgos.³ Sin embargo, y una vez llegados a este punto, debemos hacernos la siguiente pregunta: ¿qué hacer cuando no sabemos acerca de los riesgos, o sabemos menos de lo que deseáramos? Dicho de otro modo: ¿qué hacer cuando nuestro grado de conocimiento sobre las posibles consecuencias de nuestras acciones no nos permite determinar con un grado de certeza suficiente los riesgos a los que nos vemos expuestos? O de otro modo aún: ¿qué hacer cuando el problema no es el riesgo sino la incertidumbre?

4. LA IRRUPCIÓN EN ESCENA DE LA INCERTIDUMBRE

4.1 Distinción teórica entre riesgo e incertidumbre

En el análisis del riesgo, el riesgo se entiende como el producto final de multiplicar la probabilidad de fallos del sistema por la severidad o magnitud de los mis-

3. Deberíamos cuidarnos, sin embargo, de establecer una nítida e inequívoca distinción entre «hechos» —evaluación del riesgo— y «valores» —gestión del riesgo. La distinción, en este sentido, es mucho más difusa. La evaluación del riesgo debe echar mano, en el contexto de una información disponible pobre y de baja calidad de juicios de valor que, por ejemplo, asuman la validez de determinadas modelizaciones para predecir el comportamiento de, pongamos por caso, sistemas ambientales complejos (Wynne 1996, p. 366-378).

mos. De esta manera, y siguiendo a Jon Elster, diremos que estar en una situación de toma de decisiones bajo riesgo significa poder «asignar probabilidades numéricas a las diversas respuestas a la pregunta “¿Qué sucederá?”», esto es, que, si bien la información de la que disponemos es imperfecta, es cuantificable, pues dada la elección que hagamos conocemos las probabilidades de las consecuencias derivadas de tomar las mismas. Esto significa que «riesgo», en este contexto de toma de decisiones, se trata de un concepto esencialmente probabilista, distinguiéndose así de una toma de decisiones bajo condiciones de certeza, en la cual la probabilidad de las consecuencias de mis acciones, en un continuo que va de 0 a 1, siempre será 0 ó 1. En cambio, diremos que tomar una decisión bajo condiciones de incertidumbre supone que «podemos a lo sumo enumerar las respuestas posibles de nuestras elecciones pero que somos incapaces de asignarles probabilidades», esto es, que podemos llegar a conocer las consecuencias posibles de nuestras elecciones pero que somos incapaces de cuantificarlas⁴ (Elster 1983, 166).

Esto es, bajo situaciones de riesgo la incerteza se convierte en una incerteza probabilizada, en donde podemos identificar los escenarios posibles que se abren a nuestras decisiones y acciones y podemos cuantificar la probabilidad de ocurrencia de esos escenarios. En cambio, bajo situaciones de incertidumbre a lo sumo podemos enumerar los escenarios posibles pero sin ser capaces de medir la posibilidad de su ocurrencia en términos probabilistas.

Sin embargo, esta distinción teórica en términos de la teoría de la decisión es posible establecerla mediante una ulterior distinción entre sistemas para los cuales, en principio, la predicción y el control resultan ser posibles (el riesgo es el problema aquí) y sistemas para los cuales cumplir las condiciones que lo permitan se torna más problemático (la incertidumbre es el problema aquí). Esta caracterización sistémica nos permitirá ver con más detalle la emergencia de la incertidumbre en los contextos científico-tecnológicos y en los puestos de toma de decisiones.

4.2 Riesgo, incertidumbre y constitución sistémica

La controlabilidad y la predictibilidad de los sistemas está condicionada a su posibilidad de cierre⁵ (Radder 1986). Esto es, un sistema —tanto experimental como técnico— debe ser un «sistema cerrado» (*closed system*) para que podamos

4. Hansson (1996, 376-377) afina esta caracterización de la incertidumbre, distinguiendo entre tres tipos de incertidumbre de consecuencias con respecto a una toma de decisiones: 1) conocemos las posibles consecuencias de las distintas opciones pero sólo tenemos un conocimiento *incompleto* de las probabilidades («toma de decisiones bajo incertidumbre»); 2) conocemos las posibles consecuencias de las distintas opciones pero solamente podemos decir de las probabilidades que son no-cero («toma de decisiones bajo ignorancia»); 3) las posibles consecuencias son desconocidas, esto es, hay alguna consecuencia para la cual no sabemos si su probabilidad es cero o no-cero, lo que significa que no tenemos una lista completa de las consecuencias que debieran tomarse en cuenta («toma de decisiones bajo posibilidades desconocidas»). La cuestión en este tercer punto es la de cómo discriminar las consecuencias inciertas importantes de aquellas que no lo son.

5. Por «sistema», Radder (1986, 665) entiende, de una manera general, «*a whole of mutually interacting objects in a certain spatio-temporal location*».

decir de él que se trata de un sistema que está «bajo control». Según Radder, lograr un sistema cerrado es la meta de la ciencia experimental y la tecnología, y no significa otra cosa más que establecer un cierre causal —«aislamiento causal» (*causal insulation*), en palabras de Luhmann (1991, 83-100)— del mismo. La idea subyacente al argumento de Radder pivota en torno a las condiciones cognitivas, sociales y materiales que deben cumplirse para garantizar que la influencia del medio ambiente —*fuera*— sobre el sistema no suponga una desviación de las interacciones causales a producirse en el sistema —*dentro*. Pero, por supuesto, el cierre del sistema no requiere solamente que no haya influencia del exterior sobre el interior, sino que también requiere que los efectos sobre el medio ambiente deban ser eliminados o controlados. Esto es, la idea es la de evitar toda interacción o influencia mutua no planeada. Según Radder, conseguir un sistema cerrado equivaldría a garantizar la seguridad, esto es, facultar la predicción y el control de los riesgos asociados al mismo (Radder 1986, 667).

Brian Wynne, por su parte, se refiere a esta distinción como una entre sistemas «intensivos» y sistemas «extensivos», atribuyendo problemas distintos a ambos sistemas en relación a las posibilidades de prognosis científica. Por un lado, tendríamos a los sistemas intensivos, que serían aquellos ante los cuales los analistas deben «hacer frente a problemas mecánicos, relativamente bien estructurados», es decir, aquellos problemas «planteados por las plantas químicas y nucleares, o las tecnologías aeronáuticas y espaciales», y para los cuales el análisis del riesgo no es algo que se produzca *después* de diseñar y fabricar el sistema en cuestión sino que «es más bien una *parte* integral del diseño que influye de modo normativo en los criterios y elecciones a lo largo de todo el proceso». En contraste, los sistemas extensivos se tratarían de sistemas que plantean problemas no estructurados, abiertos, «tales como los planteados por los residuos tóxicos o los pesticidas, y de aquí a los sistemas ambientales a escala global», que hacen que las limitaciones del conocimiento anticipativo disponible sean mayores, ya que el sistema no es «un artefacto tecnológico» que pueda «ser diseñado, manipulado o reducido» por medio de ese conocimiento⁶ (Wynne 1992, 163).

Podemos distinguir, en consecuencia, entre sistemas espacio-temporalmente limitados y sistemas espacio-temporalmente ilimitados (Hansson 1996, 379), lo que significa que en el caso de estos últimos los riesgos se vuelven menos controlables que en los primeros. Por supuesto, esto no significa que aquellos sistemas que hemos denominado «cerrados» estén exentos de fallos o de situaciones inesperadas, más si tenemos en cuenta que su gestión depende de estructuras organizativas humanas (Freudenburg 1992; Perrow 1984), y que en definitiva su operación se establece bajo condiciones de «mundo real» que pueden alterar las condiciones iniciales de funcionamiento fijadas en su diseño (Ibarra 1998; Wynne 1988).

6. Sin embargo, esta distinción entre sistemas no nos dice nada —tampoco lo pretende— acerca de cuándo debemos considerar *efectivamente* a un sistema cerrado o no. Por ejemplo, podemos preguntarnos lo siguiente: «¿son aceptables las emisiones radiactivas de una central nuclear en normal funcionamiento?» Ello dependerá de los compromisos epistémicos y sociales que, en cada caso, se adquieran con respecto al problema.

Sin embargo, es un hecho innegable que la incertidumbre se acrecienta en aquellos sistemas que podemos denominar «ambientales» o «ecológicos», donde ni los parámetros de funcionamiento ni sus interacciones han sido planeados ni diseñados de acuerdo a una serie limitada de componentes bien establecidos. Al contrario, nos encontramos ante sistemas complejos que en buena medida escapan a nuestra comprensión.

Esta falta de comprensión de estos sistemas naturales y por ende de su comportamiento y reacción ante la intervención humana bajo una diversidad de formas contaminantes vuelve extremadamente difícil —si no inalcanzable— la tarea de determinar los niveles de seguridad adecuados para con esos sistemas cuyos niveles de riesgo no pueden ser fijados con la suficiente certeza (Santillo *et al.* 1998). Esto significa que el proceso de evaluación de riesgos falla a la hora de medir un riesgo cuya dimensión y frecuencia (incluso su propia existencia) no es posible determinar, lo que plantea un serio problema al propio proceso de toma de decisiones que basa su actuación en gran parte en la información proveniente del análisis experto.

Este contexto incierto que destapa las limitaciones del conocimiento científico no puede sin embargo servir como excusa para paralizar las medidas a tomar, debido al imperativo que establece la pragmática política, y ni siquiera nos queda la aplicación indistinta del recurso «aprender, entonces actuar» (Gollier 2001), ya que no actuar a tiempo podría acarrear consecuencias muy dañinas (justamente las que se quieren evitar), sin olvidar el hecho de que a veces nos movemos en contextos en los cuales las incertidumbres son irreducibles (Santillo *et al.* 1998).

Una de las respuestas posibles a esta situación ha sido de facto la de promover políticas medioambientales de carácter precautorio —mediante la inclusión de lo que se conoce como «principio de precaución»— que se aplican sobre un daño incierto cuya posibilidad de ocurrencia no ha podido ser determinada fehacientemente. Este enfoque precautorio abre la puerta a una nueva manera de gestionar la incertidumbre, abogando por la regulación de actividades cuyas consecuencias dañinas no han podido ser demostradas aún.

5. EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN

5.1 Orígenes y estatus jurídico-político

Lo que se denomina actualmente principio de precaución hunde sus raíces en el *Vorsorgeprinzip* alemán, un principio que durante la década de los años setenta se convirtió en uno de los cinco principios fundamentales para la definición de la política medioambiental en la República Federal de Alemania. *Vorsorge* denota la idea de que un daño determinado debe evitarse antes de que ocurra, por lo que premia la prevención en detrimento de la cura en relación a los daños medioambientales a evitar. A través del *Vorsorgeprinzip* se rehuía cualquier requerimiento legal o institucional de «probar» científicamente un daño medioambiental (derivado

de alguna actividad industrial, por ejemplo) para considerar legitimada una actuación en pos de prevenir ese posible daño (Boehmer-Christiansen 1994). Por supuesto, esto no significa que el conocimiento científico se desechara y no tuviera nada que decir, sino que simplemente no había por qué esperar a obtener pruebas científicas concluyentes para actuar.

A nivel internacional, el principio de precaución fue incluyéndose cada vez más en diversos convenios internacionales sobre el medio ambiente a partir de su primera aparición en la Carta Mundial de la Naturaleza aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1982 (Comisión Europea 2000, 103)

Sin embargo, la que tal vez sea la aparición más conocida del principio de precaución (aunque no se use el término explícitamente) se la debemos a su formulación en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en 1992 en Río de Janeiro. El principio de precaución está incluido aquí en la cláusula 15 de la Declaración de Río, como uno de los principios de derechos y obligaciones generales de las autoridades nacionales:

Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deben aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no debe utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente (Comisión Europea 2000, 122).

Básicamente, en estas declaraciones se aboga por la acción preventiva ante daños inciertos que pueden ser o bien muy dañinos o pueden provocar impactos de carácter irreversible sobre el medio natural. Esto significa que la incertidumbre no podrá usarse como excusa para no hacer nada y seguir con más de lo mismo. Al contrario, la incertidumbre acerca de las posibles consecuencias de nuestras acciones se convierte ahora en un argumento de acción más, hasta el punto de constituirse, bajo el prisma de la precaución, en uno de los pilares de las políticas para el medio ambiente, la salud y la seguridad alimentaria en la Unión Europea (Comisión Europea 2000).

Muestra de ello es, por ejemplo, el reconocimiento expreso que del principio de precaución se hacía en el artículo 10.6 del Protocolo sobre Biodiversidad, adoptado en Montreal el 28 de enero de 2000, en la Conferencia sobre la Diversidad Biológica. El Protocolo sobre Bioseguridad relativo a la regulación del transporte, la manipulación y utilización seguras de organismos vivos modificados derivados de la moderna biotecnología⁷ confirmó la función clave del principio de precaución en su artículo 10.6:

7. El Protocolo se constituyó para regular únicamente las semillas, los productos agrícolas no elaborados y demás artículos que entran en contacto con el medio ambiente, ya que la mayor preocupación radicaba en la posibilidad de que su diseminación al entorno pudiera provocar alteraciones en la dotación genética de las especies autóctonas. Los productos elaborados —galletas, salsa de tomate...— quedaron fuera de esta regulación.

La falta de certeza científica debida a una insuficiente información científica pertinente y de conocimientos sobre los efectos potencialmente peligrosos de un organismo vivo modificado para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica de la Parte importadora, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, no impedirá a dicha Parte adoptar una decisión, según sea conveniente, respecto a la importación del organismo vivo modificado de que se trate, como se indica en el inciso *b*) del párrafo 3 del presente artículo, a fin de evitar o minimizar los efectos potencialmente peligrosos (Comisión Europea 2000, 123-124).

Mediante la introducción del principio de precaución, punto sobre el que la Unión Europea —en contra de la mayoría de los países que se resistían a medidas restrictivas fuertes— más insistió, los países importadores de productos transgénicos se ganaban el derecho a vetar esos productos en caso de tener dudas acerca de los datos científicos sobre su seguridad. En este caso, recaería sobre las espaldas del país exportador probar la seguridad de sus productos, por lo que la carga de la prueba se invertiría. Sin embargo, el problema radica desde entonces en la relación del Protocolo de Bioseguridad con los tratados de la Organización Mundial del Comercio. Queda por ver qué pacto se subordina a cuál otro finalmente, y si la adopción del Protocolo viene a violar las reglas de libre comercio de la OMC y por ende el presente y el futuro de un muy boyante sector biotecnológico con países como EEUU y Canadá a la cabeza en exportaciones. De hecho, la ambigüedad en este punto se interpretó como el contrapunto del Grupo de Miami⁸ al acuerdo de mínimos en torno al principio de precaución.

De todos modos, parece innegable que el principio de precaución ha experimentado una consolidación progresiva en el derecho internacional del medio ambiente, lo que para algunos lo ha llevado a convertirse en un verdadero principio de derecho internacional de alcance general (Comisión Europea 2000, 104; Cameron 1994; Christoforou 2001; McIntyre y Mosedale 1997). Y lo mismo puede decirse acerca de su consolidación progresiva en los sistemas de derecho a nivel comunitario y nacional.⁹

Sin embargo, la progresiva consolidación del principio de precaución como una norma jurídica de aplicación directa y general no está exenta de críticas por parte de algunos analistas, como por ejemplo de Godard (2000, 2001a). Para este autor el principio de precaución constituye en esencia un principio de carácter político, que dependería en todo momento de las formas de traducción legal y administrativa que los poderes públicos consideraran hacer, por lo que se encontraría privado

8. Grupo formado por EEUU —que participó solamente como observador en la Cumbre de Montreal, tal como le correspondía al no ser uno de los países firmantes en la Convención sobre Biodiversidad de Río de 1992—, Canadá, Argentina, Australia, Chile y Uruguay, reacios a las restricciones en el comercio de transgénicos debido a la importancia que éstos tienen en sus respectivas economías. El 50% de las exportaciones de Argentina, por ejemplo, lo cubre la soja transgénica.

9. A nivel comunitario, por ejemplo, el principio de precaución forma parte del Tratado de la Comunidad Europea (Tratado-UE), a través de su referencia explícita en el artículo 130 R.2 del Tratado-UE: «la política medioambiental de la Comunidad hoy reside en los principios de prevención y precaución» (Bárcena y Schütte 1997, p. 14).

de una aplicación inmediata y autónoma. Para él, por lo tanto, el principio de precaución no constituye una regla de derecho con alcance autónomo, la cual se podría invocar de manera directa por los Estados en las jurisdicciones internacionales o por los justiciables en las jurisdicciones de carácter comunitario o nacional.

Para otros analistas, como por ejemplo de Sadeleer (2000), en cambio, el principio de precaución reviste un carácter autónomo y ostenta un poder normativo de obligación hacia sus destinatarios. Y argumenta su posición fijando dos condiciones básicas por las cuales el principio de precaución conforma una regla de aplicación directa y autónoma: la primera es la de estar incluido en un texto con alcance normativo (enfoque formal); la segunda la de estar formulado de manera lo suficientemente prescriptiva (enfoque material). Siguiendo este enfoque, argumenta que el principio de precaución se ha vuelto una verdadera regla de Derecho de aplicación directa en los sistemas de derecho internacional, comunitario y nacional.

Este carácter de norma autónoma asusta sobremanera a Godard, que recela de una judicialización del proceso de toma de decisiones precautorias. Según este autor, la conversión del principio de precaución en una regla autónoma del derecho da plenos poderes a los jueces para, *ex post*, atribuir responsabilidades de manera indiscriminada a actores que tomaron determinadas pautas de acción *ex ante*, bajo condiciones de incertidumbre. Esto es, el principio de precaución podría volverse una herramienta retrospectiva que atribuyera nuevas obligaciones a actores públicos y privados a la luz de unos conocimientos adquiridos a posteriori, lo que introduciría graves transformaciones en el régimen de atribución de responsabilidades, además de producir una más que probable parálisis innovativa en aquellos actores económico-políticos encargados de producir y gestionar nuevos productos.¹⁰ Este enfoque limitaría además el carácter netamente político del principio de precaución, coartando el potencial político-deliberativo de un proceso que pasaría a depender de una jurisprudencia con plenos poderes¹¹ (Godard 2000, 2001a).

10. En este sentido, Godard apunta que este control reforzado del juez tendría como efecto inmediato la restricción o reducción a la nada del alcance de la deliberación político-colectiva sobre las medidas precautorias adecuadas a tomar, al inducir en la parte de los decisores una actitud de cobertura personal frente al riesgo de sanción judicial (Godard 2000, p. 7-10).

11. Hay que señalar que el miedo de Godard a la judicialización del principio de precaución va asociado a su vez a una determinada interpretación (que podríamos calificar de «extrema») del mismo que él considera muy extendida en los ámbitos de los medios de comunicación, los ecologistas y el público en general. Según esta interpretación —que Godard rechaza y atribuye a una mala comprensión del principio de precaución—, el principio demanda una exigencia de la prueba de la inocuidad de los productos o prácticas bajo escrutinio, siendo ésta una carga que recaería invariablemente sobre los agentes económicos e innovadores. Esta exigencia de la prueba de la inocuidad es una exigencia imposible de satisfacer, ya que lo que el principio de precaución establece es precisamente la imposibilidad de una prueba científica concluyente en los contextos inciertos y complejos en los que se mueve la ciencia. De este modo, lo que se cuestiona es la propia noción de prueba científica (véase, por ejemplo: Godard 2001b). Además, esta exigencia draconiana tendría como consecuencia equiparar el principio de precaución con una regla de la abstención, ya que no es posible determinar con una certeza absoluta toda ausencia de daño potencial, ni establecer un escenario de acción de riesgo-cero, por lo que la única alternativa para evitar una carga de responsabilidad extrema y sin fin sería la inacción. Según Godard, esta noción de la precaución bebe de las fuentes de concepciones eticistas a lo Hans Jonas, que demandan a modo de imperativo ético la abstención a la vista de cualesquiera escenarios potencialmente catastróficos a los que la ciencia y la tecnología nos puedan conducir (Godard 2000).

Sin embargo, el miedo de Godard hacia el absolutismo retrospectivo debería ser amortiguado por el hecho de que el principio de precaución constituye una regla de contenido indeterminado, y no una regla de contenido determinado, lo que significa que su carácter obligatorio es menos intenso que el de las normas absolutamente vinculantes. Así, su aplicación puede interpretarse en virtud de una serie de razones o criterios (económicos o de otro tipo) que, por ejemplo, aconsejen su implementación:

En derecho ambiental, la distinción entre el principio de precaución y las reglas de contenido determinado puede ser ilustrado con la ayuda del siguiente ejemplo. Las autoridades públicas no están obligadas a prohibir una actividad, en virtud del principio de precaución, si la medida se muestra desproporcionada. Éstas pueden decidir no prohibirla en virtud de dicho principio, exponiendo claramente las razones de su elección. Por el contrario, si disposiciones más precisas sobre la contaminación del suelo o de las aguas prevén el cese automático de actividades contaminantes en el caso de rebasar umbrales de calidad, las autoridades no tendrán elección y deberán aplicarla (De Sadeleer 2000, 15).

149

Esta interpretación situada del principio de precaución permite comprender su aplicación como un proceso en el que existe margen para el razonamiento político y posibilita considerar la introducción de consideraciones adicionales que relativizan la implementación del principio con respecto a una pluralidad de intereses legítimos, a la luz siempre de hechos y situaciones concretas (de hecho, esto es algo sobre lo que insistiremos en la sección que trataremos a continuación).

Una vez llegados a este punto, el siguiente paso consistirá en arrojar algo de luz sobre el contenido del principio de precaución. Citado y formulado en una variedad amplia de textos políticos y legales, se vuelve importante tratar de elucidar sus contornos semánticos de manera que podamos delimitar el discurso en torno a él mismo y a su alcance aplicativo.

5.2 Contenido

Antes de nada, se hace necesario establecer una distinción conceptual entre «prevención» y «precaución». La prevención denota una acción en pos de evitar algo antes de repararlo o intentar mitigarlo. Pero cuando actuamos preventivamente disponemos de conocimiento suficiente como para saber qué ocurrirá (aunque sea probablemente) de optar por determinado curso de acción. De este modo, el propio análisis del riesgo es ya por sí mismo una herramienta preventiva, ya que aquí lo que se pretende es tratar con unos riesgos que previamente han sido medidos. En cambio, la precaución no denota un conocimiento, ni siquiera probabilista, acerca de las posibles consecuencias de nuestras acciones, por lo que actúa sobre un contexto de incertidumbre. Esto es, «precaución» significa aquí prevención ante una amenaza o conjunto de amenazas cuya posibilidad es incierta (Hansson y Sandin 2001, 28).

Más concretamente, el principio de precaución contiene dos elementos esenciales que lo caracterizan: la incertidumbre acerca de los daños potenciales, por

un lado, y la existencia de indicios de que la magnitud de daño es superior al nivel aceptable fijado, por el otro:

La decisión de invocar o no el principio de precaución es una decisión que se ejerce cuando la información científica es insuficiente, poco concluyente o incierta, y cuando hay indicios de que los posibles efectos sobre el medio ambiente y la salud humana, animal o vegetal pueden ser potencialmente peligrosos e incompatibles con el nivel de protección elegido (Comisión Europea 2000, 100-101).

De esta guisa, la incertidumbre no se invoca como un elemento para no actuar, al menos cuando existen indicios razonables de que daños importantes y/o irreversibles para el medio ambiente y la salud de las personas pueden producirse (o ya se están produciendo) (Godard 2001c; Sandin 1999).

De este modo, el principio de precaución supone una toma en cuenta precoz o temprana de unos riesgos potenciales cuya misma existencia es incierta, lo que choca con las medidas clásicas del derecho administrativo y los mecanismos de regulación de tecnologías, que combatían los riesgos únicamente cuando el peligro era evidente o el daño ya se había producido (Bárcena y Schütte 1997; Bodansky 1994).

Este giro a la precaución demanda medidas de gestión de la incertidumbre cuando una gestión del riesgo no se hace posible. Y esa gestión de la incertidumbre debe realizarse básicamente de acuerdo a una serie de principios generales de aplicación, que son los siguientes (Comisión Europea 2000, 111-115):

- a) Proporcionalidad: las medidas no deberían exceder el nivel de protección buscado y no debería pretenderse alcanzar el «riesgo cero».
- b) No-discriminación: las situaciones comparables deberían tratarse del mismo modo, sin depender del ámbito geográfico o de la naturaleza de la producción. También se requiere que situaciones no comparables se traten diferentemente.¹²
- c) Coherencia: las medidas deben ser coherentes con aquellas ya tomadas en áreas equivalentes en donde el riesgo es bien comprendido.
- d) Análisis de las ventajas y los inconvenientes que se derivan de la acción o la falta de acción: debe efectuarse un análisis (en la medida de lo posible) de los posibles costos y beneficios socioeconómicos que se derivan de adoptar un determinado curso de acción.¹³

12. Goklany (2000) se argumenta que el recurso al principio de precaución para justificar una prohibición absoluta del DDT a nivel mundial es discriminatorio con respecto a los países del Tercer Mundo que lo necesitan para hacer frente a la malaria. En este caso, la prohibición uniforme supone condenar a la muerte a miles de personas del mundo subdesarrollado, ya que en su caso el balance de riesgos-costos-beneficios es no-óptimo, al contrario de lo que puede suceder en los países desarrollados.

13. Para una lectura del principio de precaución a la luz del análisis económico (costo-beneficio), véase (Pearce 1994).

- e) Estudio de la evolución científica: las medidas son provisionales y pueden mantenerse, pero la evolución de los conocimientos científicos puede obligar a su modificación o incluso a su supresión. Esto significa que la investigación debe proseguir y que el seguimiento científico sobre las medidas adoptadas debe ser constante.

Esta relativización de la aplicación del principio de precaución supone que lo consideremos en coexistencia con una pluralidad de intereses y problemas heterogéneos que lo sitúan en un contexto específico de acción, por lo que deberemos desechar toda concepción absolutista de su aplicación al estar coaligado a una serie de principios moderadores¹⁴ (Jasanoff 2000). Esto significa, en otros términos, que el principio de precaución no debe interpretarse como una simple instancia práctica de la regla de decisión *maximin*. Este criterio de la teoría de la decisión insta a actuar como si lo peor que pudiera suceder fuera a suceder, por lo que se debería escoger aquella alternativa de acción que posea la mejor peor consecuencia. En términos más técnicos, el criterio aboga por comparar las utilidades mínimas de las diferentes alternativas de acción y escoger aquella que tiene la mayor utilidad mínima (López Cerezo y Luján 2000, 58-60).

En Elster (1983, 165-184) se argumenta que decidir según la regla del *maximin* bajo condiciones de incertidumbre es racional siempre y cuando las diversas alternativas de acción posean todas ellas las mismas mejores consecuencias. De este modo, solo nos queda elegir aquella alternativa con la mejor peor consecuencia (esto es, la menos mala). Sin embargo, a la hora de afrontar problemas reales este no suele ser el caso, esto es, no todas las mejores consecuencias de las diversas opciones que tenemos son iguales. Además, el grado de plausibilidad de las diversas malas consecuencias no tiene por qué ser el mismo para todos los casos, y es que a pesar de que nos movamos en contextos de incertidumbre, la capacidad para formular hipótesis y razones que sean consideradas más consistentes a la hora de establecer distintos grados de plausibilidad de ocurrencia para una diversidad de escenarios catastróficos no queda anulada del todo (Godard 2001b). Estas razones expuestas deberían evitar la consideración del principio de precaución, tal como hemos adelantado, como una simple aplicación efectiva del criterio del *maximin*.¹⁵

14. En consonancia a esta imagen graduada de la precaución, no está de más señalar que las medidas regulatorias que se basan en la precaución son a su vez plurales. Esto es, la única aplicación posible del principio no se refiere únicamente a, pongamos por caso, la aplicación de una moratoria o una prohibición total. Al contrario, una amalgama de medidas se hace posible: establecimiento de vigilancia científica sobre el producto o proceso implementado, promoción de programas de investigación adicionales, fijación de restricciones de uso, suspensiones de autorizaciones, moratorias, prohibiciones, reconocimientos definitivos, etc. (Godard 2001a, 27).

15. Otra posibilidad es la de hacer del criterio del *maximin* una regla susceptible a una serie de estándares de posibilidad, lo que permitiría establecer su equivalencia con el principio de precaución (Hansson 1997). Sin embargo, no debemos olvidar la importancia de las consecuencias evaluadas como positivas (derivadas de los diversos cursos posibles de acción) a la hora de tomar una decisión, aunque sea bajo un enfoque precautorio.

Otra de las aclaraciones que en torno al principio de precaución se establece por parte de la Comisión Europea es la relativa a la carga de la prueba (Comisión Europea 2000, 115-116). Algunos analistas han argumentado que el principio de precaución supone una inversión sistemática de la carga de la prueba del lado de aquellos agentes proponentes de una determinada innovación (Raffensperger y Tickner 1999; Stirling 1999; Riechmann y Tickner 2002). Esto es, recaería sobre ellos la responsabilidad de ofrecer la suficiente evidencia científica acerca de la seguridad de sus productos, de modo que las instituciones pertinentes pudieran decidir sobre su comercialización. Sin embargo, la Comisión descarta que tal obligación sea incondicional, ya que aunque «Una acción adoptada en virtud del principio de precaución puede implicar en algunos casos una cláusula que revierte la carga de la prueba sobre el productor, el fabricante o el importador, (...) tal obligación no puede preverse sistemáticamente como principio general» (Comisión Europea 2000, 116).

Sin embargo, sí es el caso que el principio de precaución muestra un claro sesgo en pos de la maximización de las utilidades mínimas (evitar riesgos). Esta maximización va destinada a la evitación en la medida de lo posible de los denominados errores de tipo II (falsos negativos) en la práctica científica (Hansson 1999); esto es, cuando se afirma, en base a una información científica incierta, que determinada —pongamos— sustancia no es tóxica y luego resulta serlo. En este caso, deberíamos hablar de una aserción de no-daño que resulta ser falsa. Esto es muy importante ya que podemos comercializar esa sustancia tóxica pensando que no lo es. Sin embargo, esta evitación de los errores de tipo II va en paralelo con un aumento de los errores de tipo I (falsos positivos); esto es, cuando se afirma, en base a una información científica incierta, que algo es dañino (una sustancia química es tóxica) y después resulta no serlo, lo que acarrearía costos innecesarios. En este caso hablaremos de una falsa aserción de daño. Este «intercambio entre falsos positivos y falsos negativos» (Stewart 2000, 46-49) supone, para el caso del principio de precaución, que la evitación de los errores de tipo II (falsos negativos) lleva consigo un aumento de los errores de tipo I (falsos positivos).¹⁶

Lo que está claro es que en los ámbitos políticos las decisiones se deben tomar a menudo en ausencia de una evidencia científica lo suficientemente consistente, por lo que la sombra de estos dos tipos de errores que venimos mencionando se mantiene para estos casos alargada. Dicho esto, un modo de tomar decisiones en este contexto de incertidumbre es mediante la adopción de los denominados valores por defecto (Hansson y Sandin 2001, 67-69, 88-93). Estos analistas describen los valores por defecto como aquellos que se aplican en el proceso de toma de decisiones en ausencia de información específica sobre el grado de, pongamos, toxicidad de determinada sustancia. Supongamos que debemos decidir si permitir la liberación de determinada sustancia al medio, pero que no tenemos información acerca del impacto ambiental que esta sustancia pudiera tener.

16. Por supuesto, una práctica científica no precautoria priorizará la evitación de los errores de Tipo I (falsos positivos), lo que conllevará a su vez un aumento de los errores de Tipo II (falsos negativos).

Esta incertidumbre recalcitrante no puede servir como excusa para no tomar decisión alguna ni actuar, ya que en el proceso de toma de decisiones debemos tratar a la sustancia de una manera o de otra mientras esperamos por más evidencia. Esto es, se debe actuar porque de lo contrario se corre el riesgo de enmarañarse en las redes paralizantes del «nudo gordiano» de la incertidumbre (Sarewitz y Pielke 2000). Así, una sustancia con una toxicidad desconocida puede ser tratada como si fuera altamente tóxica, como si fuera moderadamente tóxica, como si fuera no-tóxica, etc. Este «como-si» no significa que la decisión sea arbitraria, sino que depende de una colaboración y deliberación activa de los expertos y los gestores, a la luz de un conocimiento insuficiente y la necesidad de «hacer algo».¹⁷

En definitiva, la adopción del principio de precaución como criterio gestor de actividades potencialmente peligrosas supone reconocer de manera explícita la relevancia del juicio extracientífico, en su trato con un universo de incertidumbres reconocido que dificulta sobremanera efectuar un análisis fidedigno de los riesgos. Ante esta tesitura, el principio de precaución no reniega de la ciencia, sino que reinterpreta su papel más como guía para una gestión de peligros potenciales que como valedor de verdades finales sobre unos riesgos dados. Pero es más. La significación del principio de precaución va más allá de ser una herramienta útil para gestionar la incertidumbre. El establecimiento del principio de precaución como elemento clave en la gestión del universo de potencialidades en nuestras sociedades altamente tecnificadas supone adoptar un nuevo marco conceptual desde el cual se hace necesaria una relectura de los roles apropiados para la ciencia, la política, la economía, la ética y el derecho, en el contexto de la protección y gestión medioambiental proactiva (O’Riordan y Cameron 1994, 12). Esto es, lleva consigo un nuevo compromiso cultural que abre las puertas a un reconocimiento más profundo de la incertidumbre en los diversos ámbitos de la vida.

6. LA HEURÍSTICA DE LA PRECAUCIÓN

En lo que sigue, argumentaré que el principio de precaución puede entenderse, en los contextos científicos y socioculturales en los que se inscribe, como un elemento que funciona a modo de una heurística que remueve los cimientos de las

17. Más concretamente, Hansson y Sandin (2001, 91-93) distinguen entre cuatro enfoques que difieren a la hora de asignar un valor por defecto para la toxicidad en situaciones de incertidumbre:

- a) el método de la lista negativa: aquí las sustancias son tratadas como no-tóxicas;
- b) el método de la lista positiva: aquí las sustancias son tratadas como altamente tóxicas;
- c) el método de las expectativas estadísticas: aquí a las sustancias con una toxicidad desconocida se les asigna un valor por defecto que corresponde a la toxicidad media de sustancias previamente testadas. Si la sustancia pertenece a un grupo químico en el cual un número razonable de sustancias ha sido testado, entonces la media tóxica es extraída de ese grupo en vez de sacar un promedio general;
- d) el método de la fijación de un valor que es menos extremo que cero: aquí el valor por defecto para la toxicidad se fija en algún punto entre el valor de expectación estadística y el muy alto valor del método de la lista positiva.

Excepto el método a), el resto pueden considerarse como métodos precautorios, si bien en grados distintos.

incertidumbres y riesgos establecidos y de la cual brotan nuevos contextos de incertidumbre que previamente no habían sido reconocidos. De este modo, el marco precautorio funciona como un verdadero catalizador que insta a la renegociación de instancias inciertas ya asumidas.

Sin embargo, no debemos asumir que el principio de precaución se aplica sobre una serie de incertidumbres objetivas ya dadas. Por ejemplo, Wynne (1992) subraya que en contextos de alta incertidumbre, ésta opera en función de los compromisos sociales tácitos que se adoptan con respecto a un corpus de conocimiento determinado. De este modo, las incertidumbres son controladas y mantenidas a raya por la cultura institucional dominante, por lo que el reconocimiento de las incertidumbres se limita a aquellas que pueden ser controladas y subsanadas. Así, la imagen de una ciencia empeñada en superar las incertidumbres mediante un mayor y mejor conocimiento de los sistemas bajo estudio queda sustituida por esta otra que establece que la ciencia solamente se ocupa de aquellas incertidumbres que puede controlar.¹⁸

Por lo tanto, es posible afirmar que el nivel de incertidumbre reconocido funciona como una expresión de una particular configuración sociocultural y política que se erige en torno a un determinado cuerpo de conocimiento acerca de los riesgos potenciales (Hunt 1994). Así, una aproximación precautoria dará mayor cabida a las incertidumbres que rodean a un problema, lo que significa que las medidas a adoptar irán encaminadas más bien hacia una regulación que reinterprete la situación en gran medida en términos de ausencia de conocimiento.

Esto, sin embargo, no debería indicar una aplicación uniforme o unívoca del principio de precaución. En la regulación europea de los organismos genéticamente modificados (OGM), por ejemplo, el mismo alcance y significado del principio de precaución se establece a través de la dinámica de la práctica reguladora, en gran parte debido a las presiones públicas, por lo que pueden surgir una variedad de interpretaciones a lo largo del proceso que hagan oscilar su grado de severidad o estrictez¹⁹ (Todt 2002, 172-173).

18. Wynne (1992, 171-172) pone el ejemplo de cómo en dos países con culturas reguladoras distintas (Estados Unidos y Reino Unido), un proceso industrial que genera más o menos la misma cantidad de residuos puede conllevar riesgos totalmente distintos debido a las culturas reguladoras divergentes. Más concretamente, expone el caso de los cementerios de residuos tóxicos, en donde la incertidumbre acerca del comportamiento de estos residuos es muy amplia, y en donde entran en juego incluso elementos de gestión humana de los residuos, lo que dificulta aún más una estimación precisa de los riesgos. Así, mientras que en la cultura política conflictiva y desconfiada de los Estados Unidos, las incertidumbres científicas acerca de lo que ocurre con un vertido son agravadas debido al conflicto político y social existente (lo que conllevó que el gobierno de los Estados Unidos fuera eliminando progresivamente los depósitos terrestres de residuos tóxicos), en la cultura política del Reino Unido la actitud oficial hacia las mismas incertidumbres científicas ha sido siempre mucho más relajada, debido a una cultura política distinta, lo que ha posibilitado que no se haya experimentado ninguna amenaza social por parte de los oponentes que podrían tratar de explotar las incertidumbres técnicas subyacentes a las decisiones políticas ambientales. Esto pone de manifiesto que la incertidumbre es una función de factores sociales y culturales complejos, que en gran medida toman parte en su constitución.

19. Más concretamente, en Todt (2002, 105) se establece una clasificación del principio de precaución en función de tres interpretaciones diferentes del mismo:

En cualquier caso, uno de los rasgos más notables en relación al reconocimiento de la incertidumbre lo encontramos precisamente en el seno de la regulación de los OGM por parte de la Unión Europea.²⁰ Esto es así debido, entre otras características, a que la regulación europea de los OGM promueve un seguimiento científico postcomercialización de los cultivos transgénicos, lo que viene a suponer un reconocimiento implícito de una incertidumbre que imposibilita la adquisición de conocimiento completo sobre el sistema. En otras palabras, se asume que el comportamiento de sistemas ambientales complejos a través de la introducción de cultivos transgénicos solamente puede llegar a comprenderse a través de su aplicación efectiva en el mundo real, mucho más complejo que el espacio confinado del laboratorio, por lo que, como hemos adelantado, el seguimiento para los cultivos transgénicos adopta el carácter de un ensayo de campo permanente (Todt 2002, 101-103). Esto significa que la evaluación de riesgos se prolonga en el tiempo y en el espacio, de tal manera que obtiene de la aplicación efectiva bajo condiciones de mundo real su mejor fuente de información. Así, la experimentación en el laboratorio prosigue en la experimentación siconatural, a «escala real», de las nuevas tecnologías funcionando bajo condiciones no idealizables.²¹

De este modo, este contexto de innovación plantea una serie de incertidumbres en torno a la seguridad, efectividad y viabilidad de los cultivos transgénicos, que hacen necesaria una investigación «sobre el terreno» que aporte más conocimiento acerca de su funcionamiento, ya que es el *único* modo de aprender. Sin embargo, un mayor conocimiento acerca de estos sistemas no eliminará nuestro desconocimiento acerca de ellos; al contrario, el proceso mismo irá revelando constantemente todo lo que no sabemos cuando manipulamos sistemas complejos tales como organismos vivos y ecosistemas en los cuales esos organismos son diseminados (Krohn y van den Daele 1998, 208-217).

a) Interpretación muy estricta: se reconoce implícitamente la indeterminación inherente de la ciencia y la tecnología y se cuestiona la necesidad de una actividad potencialmente nociva. Esto equivaldría a una inversión sistemática de la carga de la prueba y tendría su plasmación en moratorias.

b) Interpretación poco estricta: aquí no se implica la carga de la prueba y la incertidumbre se reconoce pero sólo como una falta de datos que la ciencia subsanará con el tiempo. La precaución sólo se aplica si hay una probabilidad científicamente demostrada de consecuencias irreversibles.

c) Interpretación intermedia: aquí la precaución se propone según las circunstancias y la carga de la prueba recae tanto en los defensores como en los críticos de las tecnologías. El apoyo científico sólido se hace necesario para justificar medidas. En la práctica, esta interpretación se puede plasmar en moratorias, seguimiento, o en un mayor apoyo para las investigaciones con el fin de conseguir más datos.

20. El marco regulador para los OGM en la Unión Europea emana de la llamada Directiva 2001/18. Esta Directiva, que entró en vigor el 17 de octubre de 2001, ha tomado el lugar de la Directiva 90/220, en vigor desde el año 1990. La nueva Directiva básicamente ha venido a actualizar y reforzar las normas previas, exigiendo, entre otras cosas: una evaluación más detallada del riesgo para el medio ambiente; un seguimiento obligatorio de resultados después de la comercialización de los productos modificados genéticamente; el etiquetado y la trazabilidad en todas las fases de la comercialización de estos mismos productos. Para una introducción breve y concisa del marco regulador europeo para los OGM, véase Ibarra y Todt (2002).

21. Para una exposición de tipo general acerca de este carácter *experimental* de las tecnologías en nuestras sociedades, véase Beck (1988, 219-229), y muy especialmente Krohn y Weyer (1994).

Este seguimiento regulado de sistemas de cultivos transgénicos supone, como ya hemos dicho, un reconocimiento pleno de la ausencia de conocimiento sobre el comportamiento de estos sistemas. Sin embargo, el reconocimiento amplio de la incertidumbre como elemento constitutivo en la regulación europea de los organismos genéticamente modificados no ha sido adoptado de la noche a la mañana, sino que se ha establecido debido a una exigencia pública cada vez más fuerte en pos de la consideración de incertidumbres que en los análisis científicos primeros no se habían considerado como relevantes. En este sentido, es posible afirmar que el conflicto social surgido en torno a la seguridad de la tecnología transgénica ha supuesto de facto una influencia relevante en la interpretación y aplicación del marco regulador (Todt 2002, 197-202).

Más concretamente, en Levidow (2001) se nos muestra cómo la evaluación temprana del riesgo a comienzos de los noventa estuvo enmarcada por una política biotecnológica de la Unión Europea comprometida con un mercado interior, la competitividad internacional y la eficiencia productiva, lo que reforzó a su vez la asunción de determinados compromisos epistémicos por parte de los expertos que minimizaron aquellos riesgos potenciales que no podían estimar. Este proceso de desechar incertidumbres y su consideración como no-relevantes tuvo su contrapunto en una cada vez mayor respuesta pública y en un número creciente de desacuerdos científicos acerca de la seguridad de los productos y cultivos transgénicos. Bajo la égida de la exigencia de una interpretación más precautoria del marco regulador, este movimiento «contestatorio» provocó a su vez una paulatina inserción y toma en consideración de una más amplia gama de problemas y de fuentes de incertidumbre.

Más concretamente, es posible afirmar que la progresiva inclusión del principio de precaución en los regímenes reguladores supuso un aumento de la carga de la evidencia científica por la seguridad, al abogar por una mayor consideración de la incertidumbre mediante el reconocimiento de senderos causales más complejos de daño potencial. Esto es, el recurso al principio de precaución supuso aquí todo un cambio de criterio para la constitución de evidencia científica (Levidow 2001, 865-868).

Así pues, aquí la precaución no funciona simplemente como un mecanismo de respuesta a unas incertidumbres dadas, sino que promueve el propio reconocimiento de un mayor espectro de incertidumbres y demanda y estimula a su vez nuevo conocimiento acerca de estas incertidumbres más complejas. De este modo, el principio de precaución no es, como señalan algunos autores, un principio «irracional» de gestión del riesgo que reniega de la ciencia como base fundamentada para la toma de decisiones (Pieterman 2001); al contrario, mediante la adopción de un enfoque precautorio se demanda más ciencia, en el sentido de que el reconocimiento pleno de la incertidumbre conlleva una práctica científica más sensibilizada con el posible error y más receptiva hacia un número mayor de hipótesis alternativas (Stirling 2001; Levidow y Carr 2000).

Por lo tanto, la precaución —en sus diversos contextos de interpretación y aplicación— es a su vez expresión y fuente de un universo de incertidumbres, de manera que se vuelve posible hablar de una heurística de la precaución en relación a la constitución de espacios de incertidumbre y su manejo científico-político.

7. CONSIDERACIONES FINALES

Tal como hemos visto, el riesgo y la incertidumbre constituyen elementos definitorios de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, la estrategia a adoptar con respecto a los daños potenciales que pudieran derivarse del desarrollo científico-tecnológico no puede ser siempre el mismo. A menudo, debido a la complejidad de los problemas a los que debe hacer frente, la clásica estrategia de evaluación de riesgos se muestra impotente para determinar con el suficiente grado de confianza los niveles de riesgo a los que nos vemos expuestos. Ante la tesitura de la ausencia de conocimiento relevante, la única estrategia posible no puede ser la de cruzarnos de brazos y esperar.

En estas situaciones en donde la incertidumbre no puede reducirse a un conjunto de procesos controlables (aunque sea mediante una asignación de probabilidades), la emergencia del principio de precaución debe entenderse como la plasmación institucional de una nueva sensibilidad y reconocimiento sociocultural de la incertidumbre y de las consecuencias, a veces fatales, de no tomarla en consideración (Harremoës 2002). Así, la no toma en cuenta de escenarios inciertos pero potencialmente vislumbrables puede conducirnos a situaciones de extrema gravedad para nuestras sociedades y nuestro medio natural, si bien también es cierto que podría llevarnos a su vez a la adopción de medidas con una serie de costes innecesarios. De todos modos, es innegable que una nueva cultura de la incertidumbre (de su reconocimiento y reforzamiento) da sentido a un cada vez más omnipresente principio de precaución, que impregna de arriba abajo a los diversos subsistemas que componen la base funcional de nuestras sociedades.

Esta nueva cultura de la incertidumbre refleja, en definitiva, un mayor reconocimiento social de las limitaciones humanas en relación a la comprensión y anticipación de situaciones que representan un alto grado de complejidad, situaciones que se resisten en gran medida a su encasillamiento dentro de estructuras cognitivo-institucionales que buscan su control.

BIBLIOGRAFÍA

- BÁRCENA, Iñaki; SCHÜTTE, Peter. «El principio de precaución medioambiental en la Unión Europea. Aspectos jurídico-políticos». *Revista de Derecho Ambiental* (1997) núm. 19, p. 13-42.
- BECK, Ulrich. *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad* (trad. Jorge Navarro, Daniel Jiménez i M. Rosa Borrás). Barcelona: Paidós, 1998.
- BECK, Ulrich. *Políticas ecológicas en la edad del riesgo* (trad. Martin Steinmetz). Barcelona: El Roure, 1998.
- BECHMANN, Gotthard. «Riesgo y desarrollo técnico-científico. Sobre la importancia social de la investigación y valoración del riesgo» En: ALONSO, A.; AYESTARÁN, I.; URSÚA, N. (comp.). *Riesgos y beneficios sociales del desarrollo tecnológico*. Donostia: Eusko Ikaskuntza, 1995, p. 59-98.

- BODANSKY, Daniel. «The Precautionary Principle in US Environmental Law». En: O'RIORDAN, T.; CAMERON, J. (ed.). *Interpreting the Precautionary Principle*. Londres: Earthscan, 1994, p. 203-228.
- BOEHMER-CHRISTIANSEN, Sonja. «The Precautionary Principle in Germany - Enabling Government». En: O'RIORDAN, T.; CAMERON, J. (ed.). *Interpreting the Precautionary Principle*. Londres: Earthscan, 1994, p. 31-60.
- CAMERON, James. «The Status of the Precautionary Principle in International Law». En: O'RIORDAN, T.; CAMERON, J. (ed.). *Interpreting the Precautionary Principle*. Londres: Earthscan, 1994, p. 262-289.
- COMISSIÓ EUROPEA. «Comunicación de la Comisión Europea sobre el recurso al principio de precaución». En: *Revista de Derecho Ambiental* (2000) núm. 25, p. 95-126.
- COOKE, Roger M. «Risk Assessment and Rational Decision Theory». *Dialectica*, 36 (4), 1982, p. 329-351.
- CHRISTOFOROU, Theofanis. «The Origins, Content and Role of the Precautionary Principle in European Community Law». En: FREYTAG, E.; JAKL, T.; LOIBL, G.; WITTMANN, M. (ed.). *The role of Precaution in Chemical Policy*. Viena: Das Lebensministerium, 2001, p. 23-41.
- ELSTER, Jon. *El cambio tecnológico: investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social* (trad. Margarita Mizraji). Barcelona: Gedisa, 1997.
- FREUDENBURG, William R. «Nothing Recedes like Success? Risk Analysis and the Organizational Amplification of Risks». *Risk: Issues in Health and Safety* 3(1). 1992, p. 1-35.
- FUNTOVICZ, Silvio O.; RAVETZ, Jerome R.: «Three Types of Risk Assessment and the Emergence of Post-Normal Science». En: KRIMSKY, S.; GOLDING, D. (ed.). *Social Theories of Risk*. Nueva York: Praeger, 1992, p. 251-273.
- GODARD, Olivier. «Le principe de précaution, une nouvelle logique de l'action entre science et démocratie». *Cahier du Laboratoire d'Econométrie de l'Ecole Polytechnique* (2000) núm. 526 (disponible a la xarxa: <http://ceco.polytechnique.fr/CAHIERS/pdf/526.pdf>).
- GODARD, Olivier. «Le principe de précaution face au dilemme de la traduction juridique des demandes sociales - Leçons de méthode tirées de l'affaire de la vache folle». *Cahier du Laboratoire d'Econométrie de l'Ecole Polytechnique* (2001a), núm. 2001-009 (disponible a la xarxa: <http://ceco.polytechnique.fr/CAHIERS/pdf/2001-009.pdf>).
- GODARD, Olivier. «Le principe de précaution entre débats et gestion des crises». *Cahier du Laboratoire d'Econométrie de l'Ecole Polytechnique* (2001b), núm. 1-010 (disponible a la xarxa: <http://ceco.polytechnique.fr/CAHIERS/pdf/2001-010.pdf>).
- GODARD, Olivier. «Principe de précaution». En: HOTTOIS, G.; MISSA, J. N. (ed.). *Nouvelle encyclopédie de bioéthique*. Bruselas: De Boeck Université, 2001c, p. 650-658.
- GOKLANY, Indur M. «Applying the Precautionary Principle to DDT». *Political Economy Research Center*. Bozeman, Montana, EUA, 2000 (disponible a la xarxa: www.fightingmalaria.org/ddt_and_pp.pdf).
- GOLLIER, Christian. «Should We Beware of the Precautionary Principle?». *Economic Policy* (2001) núm. 16, p. 302-327.

- HANSSON, Sven Ove. «The False Promises of Risk Analysis». *Ratio* (1993) núm. 6, p. 16-26.
- HANSSON, Sven Ove. «Decision Making under Great Uncertainty». *Philosophy of the Social Sciences* (1996), núm. 26(3), p. 369-386.
- HANSSON, Sven Ove. «The Limits of Precaution». *Foundations of Science* (1997) núm. 2, p. 293-306.
- HANSSON, Sven Ove. «Adjusting Scientific Practices to the Precautionary Principle». *Human and Ecological Risk Assessment* (1999), núm. 5(5), p. 909-921.
- HANSSON, Sven Ove; SANDIN, Per. «Persistence, Liability to Bioaccumulate, and the Precautionary Principle». *New Strategy for the Risk Management of Chemicals (NewS) Policy Forum*. Falkenberg, 3-4 abril 2001.
- HARREMOËS, Poul et al. (ed.). *The Precautionary Principle in the 20th Century: Late Lessons from Early Warnings*. Londres: Earthscan, 2002.
- HUNT, Jane. «The Social Construction of Precaution». En: O'RIORDAN, T.; CAMERON, J. (ed.). *Interpreting the Precautionary Principle*. Londres: Earthscan, 1994, p. 117-125.
- IBARRA, Andoni. «Complejidad técnico-social y participación en la gestión de aguas». En: ARROJO, P.; MARTÍNEZ, J. (coord.). *El agua a debate desde la universidad. Hacia una nueva cultura del agua*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico (CSIC), 1999, p. 587-602.
- IBARRA, Andoni; TODT, Oliver. «Presentación: una mirada desde el norte». En: BRAC DE LA PERRIÈRE, R. A.; SEURET, F. *Plantas transgénicas: la amenaza del siglo XXI*. Tafalla: Txalaparta, 2002, p. 9-38.
- JASANOFF, Sheila. «Between Risk and Precaution - Reassessing the Future of GM Crops». *Journal of Risk Research* (2000) núm. 3(3), p. 277-282.
- KROHN, Wolfgang; WEYER, Johannes. «Society as a Laboratory: The Social Risks of Experimental Research». *Science and Public Policy* (1994), 21(3), p. 173-183.
- KROHN, Wolfgang; VAN DEN DAELE, Wolfgang. «Science as an Agent of Change: Finalization and Experimental Implementation». *Social Science Information* (1997), 37(1), p. 191-222.
- LEVIDOW, Les. «Precautionary Uncertainty: Regulating GM Crops in Europe». *Social Studies of Science* (2001), 31(6), p. 842-874.
- LEVIDOW, Les; CARR, Susan. «Unsound Science? Transatlantic Regulatory Disputes over GM Crops». *Int. J. Biotechnology* (2000), 2(1/2/3), p. 257-273.
- LÓPEZ CERREZO, José Antonio; LUJÁN, José Luis. *Ciencia y política del riesgo*. Madrid: Alianza, 2000.
- LUHMANN, Niklas. *Risk: A Sociological Theory* (trad. Rhodes Barrett). Nueva York: Aldine De Gruyter, 1993.
- MCINTYRE, Owen; MOSEDALE, Thomas. «The Precautionary Principle as a Norm of Customary International Law». *Journal of Environmental Law* (1997), 9(2), p. 221-241.
- MOLAK, Vlasta (ed.). *Fundamentals of Risk Analysis and Risk Management*. Boca Raton: Lewis Publishers, 1997.
- O'RIORDAN, Timothy; CAMERON, James. «The History and Contemporary Significance of the Precautionary Principle» En: O'RIORDAN, T.; CAMERON, J. (ed.). *Interpreting the Precautionary Principle*. Londres: Earthscan, 1994, p. 12-30.

- PEARCE, David. «The Precautionary Principle and Economic Analysis». En: O'RIOR-DAN, T.; CAMERON, J. (ed.). *Interpreting the Precautionary Principle*, Londres: Earthscan, 1994, p. 132-151.
- PERROW, Charles. *Normal Accidents. Living with High-Risk Technologies*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1999.
- PIETERMAN, Roel. «Culture in the Risk Society: An Essay on the Rise of a Precautionary Culture». *Zeitschrift für Rechtssoziologie* (2001), 22(2), p. 145-168.
- RADDER, Hans. «Experiment, Technology and the Intrinsic Connection between Knowledge and Power». *Social Studies of Science* (1986), 16(4), p. 663-83.
- RAFFENSPERGER, Carolyn; TICKNER, Joel (ed.). *Protecting Public Health and the Environment: Implementing the Precautionary Principle*. Washington, DC: Island Press, 1999.
- RENN, Ortwin. «Concepts of Risk: A Classification». En: KRIMSKY, S.; GOLDING, D. (ed.). *Social Theories of Risk*. Nueva York: Praeger, 1992, p. 53-79.
- RIECHMANN, Jorge; TICKNER, Joel (coord.). *El principio de precaución. En medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*. Barcelona: Icaria, 2002.
- ROWE, William D. «Risk Analysis: A Tool for Policy Decisions». En: WATERSTONE, M. (ed.). *Risk and Society: The Interaction of Science, Technology and Public Policy*. Dordrecht: Kluwer, 1992, p. 17-31.
- SADELEER, Nicolas de. «Reflexiones sobre el estatuto jurídico del principio de precaución». *Revista de Derecho Ambiental* (2000), núm. 25, p. 9-38.
- SANDIN, Per. «Dimensions of the Precautionary Principle». *Human and Ecological Risk Assessment* (1999), 5(5), p. 889-907.
- SANTILLO, David et al. «The Precautionary Principle: Protecting against Failures of Scientific Method and Risk Assessment». *Marine Pollution Bulletin* (1998), 36(12), p. 939-950.
- SAREWITZ, Daniel; PIELKE, Roger A. Jr. «Breaking the Global-Warming Gridlock». *The Atlantic Monthly* (2000), 286(1), p. 54-64.
- SHRADER-FRECHETTE, Kristin Sharon. *Risk and Rationality. Philosophical Foundations for Populist Reforms*. Berkeley: University of California Press, 1991.
- SHRADER-FRECHETTE, Kristin Sharon. *Burying Uncertainty. Risk and the Case against Geological Disposal of Nuclear Waste*. Berkeley: University of California Press, 1993.
- STEWART, Thomas R. «Uncertainty, Judgment and Error in Prediction». En: SAREWITZ, D.; PIELKE, R. A. Jr.; BYERLY, R. Jr. (ed.). *Prediction: Science, Decision Making, and the Future of Nature*. Washington, DC: Island Press, 2000, p. 41-57.
- STIRLING, Andrew. *On Science and Precaution in the Management of Technological Risk (vol. I, A Synthesis Report of case studies)*. Bruselas: European Commission Joint Research Centre, 1999 (disponible a la xarxa: <ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/eur19056en.pdf>).
- STIRLING, Andrew. «Science and the Rationality of Precaution». En: FREYTAG, E.; JAKL, T.; LOIBL, G.; WITTMANN, M. (ed.). *The Role of Precaution in Chemical Policy*. Viena: Das Lebensministerium, 2001, p. 88-105.
- TODT, Oliver. *Innovación y regulación: la influencia de los actores sociales en el*

cambio tecnológico. El caso de la ingeniería genética agrícola. València: Universitat de Valencia, 2002 (Tesis Doctoral).

WYNNE, Brian. «Unruly Technnology: Practical Rules, Impractical Discourses and Public Understanding». *Social Studies of Science* (1988), núm. 18, p. 147-167.

WYNNE, Brian. «Incertidumbre y aprendizaje ambiental: reconcebir la ciencia y la política en un paradigma preventivo». En: GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CEREZO, J. A.; LUJÁN, J. L. [ed.]. *Ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona: Ariel, 1997, p. 161-183.

WYNNE, Brian. «SSK's Identity Parade: Signing-Up, Off-and-On». *Social Studies of Science* (1996), 26(2), p. 357-391.