

# RELACIONES CIENCIA-SOCIEDAD EN EL ÁMBITO DE LA EPISTEMOLOGÍA AMBIENTAL

*El principio de precaución y la duda  
moderna neocartesiana*



FRANCISCO JOAQUÍN  
CORTÉS GARCÍA



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
DE CHILE



RIL editores





RELACIONES CIENCIA-SOCIEDAD EN EL  
ÁMBITO DE LA EPISTEMOLOGÍA AMBIENTAL



Centro de Comunicación  
de las Ciencias

---

Universidad Autónoma de Chile

FRANCISCO JOAQUÍN CORTÉS GARCÍA

RELACIONES CIENCIA-SOCIEDAD  
EN EL ÁMBITO DE LA  
EPISTEMOLOGÍA AMBIENTAL

*El principio de precaución  
y la duda moderna neocartesiana*



RiL editores

303.483 Cortés García, Francisco Joaquín  
C Relaciones ciencia-sociedad en el ámbito de la  
epistemología ambiental. El principio de precaución  
y la duda moderna neocartesiana / Francisco Joaquín  
Cortés García. – Santiago : RIL editores • Universi-  
dad Autónoma de Chile, 2019.

112 p. ; 23 cm.

ISBN: 978-956-01-0655-1

1 CIENCIA Y TECNOLOGÍA. 2 POLÍTICA AMBIENTAL.



RELACIONES CIENCIA-SOCIEDAD EN EL ÁMBITO  
DE LA EPISTEMOLOGÍA AMBIENTAL.  
EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN Y LA DUDA MODERNA NEOCARTESIANA  
Primera edición: enero de 2019

© Francisco Joaquín Cortés García, 2019  
Registro de Propiedad Intelectual  
N° 298.761

© RIL® editores, 2019

SEDE SANTIAGO:  
Los Leones 2258  
CP 7511055 Providencia  
Santiago de Chile  
☎ (56) 22 22 38 100  
ril@rileditores.com • www.rileditores.com

SEDE VALPARAÍSO:  
Cochrane 639, of. 92  
CP 2361801 Valparaíso  
☎ (56) 32 274 6203  
valparaiso@rileditores.com

SEDE ESPAÑA:  
europa@rileditores.com • Barcelona

© Centro de Comunicación de las Ciencias, 2019  
Universidad Autónoma de Chile  
<https://ciencias.uautonoma.cl> | [ciencias@uautonoma.cl](mailto:ciencias@uautonoma.cl)  
ISBN Universidad Autónoma 978-956-8454-23-4

Composición, diseño de portada e impresión: RIL® editores

Impreso en Chile • *Printed in Chile*

ISBN 978-956-01-0655-1

Derechos reservados.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. EL NUEVO PARADIGMA ÉTICO: EL PRINCIPIO DE RESPONSABILIDAD DE HANS JONAS .....	15
3. EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN .....	23
4. NUEVAS FORMAS DE RELACIÓN ENTRE LA CIENCIA Y LA SOCIEDAD .....	37
4.1. El <i>falibilismo</i> .....	42
4.2. La crisis del modelo del déficit cognitivo .....	46
4.3. El enfoque CTS .....	47
4.4. La producción de conocimiento Modo 2.....	56
4.5. La ciencia posacadémica .....	60
4.6. La ciencia posnormal .....	64
4.7. La ciencia reguladora .....	68
5. LA AUTORREFERENCIALIDAD DE LA TECNOCENCIA .....	73
6. EPISTEMOLOGÍA DE LA TRANSDISCIPLINARIEDAD: DUDA, INTERACCIÓN, PROBLEMATICIDAD Y PARTICIPACIÓN .....	77
7. HACIA LA RACIONALIDAD/EPISTEMOLOGÍA AMBIENTAL: LA PROPUESTA DE ENRIQUE LEFF.....	81
8. LA DEMOCRACIA PARTICIPATIVA/DIALÉCTICO-TRANSACCIONAL .....	85
9. EL CONCEPTO DE GOBERNANZA MUNDIAL/AMBIENTAL .....	87
10. A MODO DE CONCLUSIÓN: EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN Y LA DUDA MODERNA .....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99



## I. INTRODUCCIÓN

LA GLOBALIZACIÓN, los riesgos ambientales y la incertidumbre en las sociedades complejas de nuestro tiempo nos están obligando de forma intensiva a hacer una revisión epistemológica que permita la ampliación de la base de los evaluadores o *stakeholders* ante problemas y decisiones que pueden tener un largo alcance, y que, en la actualidad, sus efectos son desconocidos. El sistema de ciencia y tecnología, la tecnociencia en la terminología de Evandro Agazzi (2011), ha impuesto su lógica de crecimiento ilimitado al pretenderse, en muchos casos, mediante las tesis que encierra la postura *cientificista*, identificar la razón con la razón científica/tecnológica en sociedades postindustriales en las que el conocimiento se encuentra, en sus bases constitutivas (Stehr, 1994), en la esencia del capital.

Pero las sociedades se han ido haciendo cada vez más complejas, como le ha ocurrido al sistema de ciencia y tecnología, por lo que otros actores sociales han reclamado otras formas de racionalidad más allá del razonamiento tecnocientífico, pidiendo elementos de control (éticos, sociales o políticos) que estén fuera de dicho razonamiento o sistema, y que, asimismo, rompa con los criterios de autonomía y de crecimiento ilimitado que se le presumía a la tecnociencia. Si tradicionalmente la mayor parte de los riesgos procedían de la naturaleza, en las sociedades complejas de nuestro tiempo una gran parte del riesgo procede de la actividad humana, y, especialmente, del polo de la ciencia y la tecnología. El conocimiento, cuya evolución ha sido exponencial en las últimas décadas, elimina riesgos pero genera otros nuevos con un alcance diferente, implicando importantes cambios cuantitativos y cambios cualitativos. La ciencia ha aportado soluciones a muchos de los problemas a los que se ha enfrentado el hombre, pero igualmente, y hoy más que nunca, también aporta incertidumbre y riesgos que son difíciles de valorar

y cuantificar. A ello, sin duda, ha contribuido la celeridad con la que se han producido los descubrimientos científicos y la innovación tecnológica. En el último siglo se han producido más avances científicos que en toda la historia de la ciencia y de la tecnología anteriores, abriendo un camino de crecimiento exponencial para el sistema de ciencia-tecnología que, por definición, solo se mantiene si crece de forma constante.

La complejidad, la trepidante proliferación de saberes y disciplinas científicas, la interdisciplinariedad, la incertidumbre, la globalización o la autorreferencialidad de la tecnociencia, son causas y/o efectos de una situación que refleja la necesidad de cambios epistemológicos para abordar los graves problemas que afectan al hombre, a la sociedad y al medio natural. En definitiva, se puede decir que uno de los requisitos para abordar los presentes y futuros problemas de gobernanza actuales parten de determinadas premisas que van en contra de las propias de los planteamientos *cientificistas*.

La búsqueda sistemática del consenso científico ha permitido importantes avances en diversas materias, pero dicho consenso cada vez resulta más difícil ante la complejidad de nuestras sociedades. Y prueba de ello son los conflictos dialécticos que se producen entre científicos y tecnólogos a la hora de acotar los efectos de un determinado avance científico. Existen divergencias profundas entre los científicos en aspectos tan triviales como los efectos de una determinada alimentación, el cambio climático, los organismos genéticamente modificados, etc. Y dichas divergencias obedecen no tanto a las complejidades del conocimiento tecnocientífico como a la complejidad de los intereses existentes en nuestras sociedades.

Se puede decir, por tanto, que la ciencia introduce complejidad e incertidumbre en las relaciones sociales, pero la complejidad de las relaciones sociales también incorpora complejidad e incertidumbre en los programas de investigación tecnocientífica, provocando la necesidad de revisión de sus relaciones mutuas plagadas de intereses extracientíficos, o simplemente no epistémicos (Beck, 1992; Wynne, 1997).

La ciencia (*episteme*), como sistema experto, se ha visto recientemente en la tesitura de tener que dialogar con otros sistemas *doxográficos* para resolver los complejos problemas éticos y ambientales a los que nos enfrentamos en nuestros días, y a los que aquella no puede ofrecer soluciones definitivas. El nuevo paradigma epistemológico amplía el marco de referencia de la racionalidad más allá de los límites convencionales del método tecnocientífico. Dicho paradigma se ha producido fundamentalmente debido a la aparición del principio de precaución, al reconocimiento de la concepción *falibilista* de la ciencia y a los nuevos enfoques relativos a las relaciones entre la ciencia y la sociedad que se han desarrollado en el siglo XX. Ha sido precisamente en las disciplinas de la ética y del medio ambiente, debido a su transversalidad y transdisciplinariedad, en las que se ha venido dando el esfuerzo más intenso de esta revisión epistemológica que da una mayor flexibilidad al sistema de ciencia y tecnología, la tecnociencia, relativizando su concepto de racionalidad.

La maduración de los aparatos metodológicos de determinadas ciencias y tecnologías en las últimas décadas está provocando que en el debate social sobre temas de especial relevancia ética o ambiental se esté llevando a cabo un importante esfuerzo por *desideologizarlos* desde el punto de vista político, o *destematizarlos* desde el punto de vista social. En definitiva, un importante esfuerzo por sacarlos del debate público bajo una espuria concepción de la objetividad y de la ecuanimidad científicas. No obstante, en la actualidad no es raro que convivan apreciaciones científico-epistémicas junto a apreciaciones doxográfico-políticas, por utilizar la terminología platónica, para temas tan relevantes como los trasvases, la energía nuclear, los transgénicos o la biotecnología. Y el riesgo que veía Agazzi (1996) de que la ciencia llevara a la ética al ámbito de lo privado y de lo subjetivo, por la identificación de la razón con la razón tecnológica, se está encontrando con importantes límites. Muchos de los planteamientos éticos del siglo XX, como puede ser el caso de Habermas o el del propio Agazzi, han intentado llevar la ética desde lo individual y subjetivo a lo social, bien a través de la

teoría de sistemas (Agazzi) o bien a través de la comunicación y la intersubjetividad (Habermas) (Marcos, 2013).

El concepto de ideología acarrea un claro sesgo confabulatorio, desde Napoleón hasta Marx, y arraiga con la teoría sociológica de la sospecha. No obstante, en nuestros días se está produciendo un gran esfuerzo tecnocrático y weberiano por intentar desvincular el debate ideológico de dichos temas, que a su vez tienen planteamientos científicos contradictorios dependiendo de la escala de medida, del tiempo de aplicación y de si se utiliza o no el principio de precaución. Parece que muchos sectores de la sociedad están interesados en que la ciencia y los tecnócratas tengan la última palabra en los temas políticos y éticos, precisamente cuando la ciencia se ha rendido a la *falibilidad*, a la docta asinidad y a la duda contemporánea como mecanismos para su constante progreso. Bajo este último enfoque no se renuncia al dogmatismo de la idea de progreso científico, pero la ciencia sí se arma de mecanismos de refutación y *falsación* (Popper) en la búsqueda de la certeza.

Nuestra sociedad ha identificado el progreso con el proceso científico: todo lo que puede ser debe ser, sin reflexiones éticas que limiten dicho progreso. Mumford (1992) advierte que los nuevos avances tecnológicos están exentos de crítica y de reflexión filosófica, y en la mayoría de los casos se considera innecesario introducir valoraciones éticas moderadoras en el ámbito tecnocientífico y en su concepción de la causalidad. Pero cada vez la ciencia ofrece menos respuestas a problemas políticos, sociales o éticos. Todo lo contrario, cada vez la ciencia plantea más problemas de este tipo e incrementa la complejidad social. Y no hay que olvidar que la ciencia, sirviéndose del vector de la tecnología, que no es sino la tecnociencia dominante, también tiene una tradición de sospecha por su vínculo con el poder político y social, así como por su carácter netamente tecnocrático (Cortés, 2006) y por sus relativos resultados emancipatorios. La ligazón al poder de la ciencia a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX no es sino una nueva versión de la concepción socrática de unidad entre política y saber.

No resulta especialmente atractiva la palabra ideología a tenor de la deriva que adoptó desde la visión sensualista/gnoseológica de Destutt de Tracy a la visión intelectualista/epistemológica de Napoleón o Marx. Pero, si detrás del concepto de desideologización de estos temas tan importantes para nuestra supervivencia social, ética o ambiental se está planteando el sacar fuera del debate público y reflexivo dichos temas, de desmovilizar a la sociedad, de propiciar el pensamiento único o distorsionar los mapas cognitivos colectivos, hay que apostar indiscutiblemente por su ideologización. Esto no consiste sino en poner a la ciencia en su contexto, reconociendo a los distintos agentes que interactúan con el subsistema científico y que tienen que tomar decisiones morigeradas previendo sus efectos futuros.



## 2. EL NUEVO PARADIGMA ÉTICO: EL PRINCIPIO DE RESPONSABILIDAD DE HANS JONAS

EL PENSAMIENTO DE HANS JONAS (1903-1993) es crucial en la conformación del principio de precaución y en la reflexión ética sobre el impacto de la acción del hombre sobre la naturaleza, y, subsecuentemente, sobre las generaciones futuras. Su obra de 1979, *Das Prinzip Verantwortung*<sup>1</sup>, recogía ampliamente su nueva ética de la responsabilidad en la época de la exuberancia tecnológica. A través de dicha obra, desarrolla fundamentalmente el marco intelectual para la apertura epistemológica del principio de precaución.

El principio de responsabilidad y el principio de precaución son principios de carácter no sustantivo que canalizan la acción a través de máximas de raigambre kantiana. Ambos principios están íntimamente relacionados y constituyen la cara de una misma moneda, sentando las bases epistemológicas para la conformación del concepto de sostenibilidad y de gobernanza ambiental en una nueva era caracterizada por la amenaza tecnológica del hombre sobre el hombre, es decir, la amenaza de la autodestrucción.

Para el hombre antiguo y medieval, pretécnico (en la acepción moderna de «técnica»), la naturaleza era algo duradero y permanente, sometido ciertamente a ciclos y cambios, pero capaz de curar sin dificultad las pequeñas heridas que el hombre le causaba con sus minúsculas intervenciones. Esto ha cambiado radicalmente con la aparición de la ciencia moderna y la técnica que de ella se deriva. Ahora el hombre constituye de hecho una amenaza para la continuación de la vida en la Tierra. No solo puede acabar con su existencia, sino que también puede alterar la esencia del hombre y desfigurarla mediante diversas

---

<sup>1</sup> Haremos referencia a la traducción en español de 2008.

manipulaciones. Todo esto representa una mutación tal en el campo de la acción humana que ninguna ética anterior se encuentra a la altura de los desafíos del presente. Por ello es necesaria una nueva ética: una ética orientada al futuro, que pueda ser llamada, con toda propiedad, «ética de la responsabilidad» (Jonas, 2008).

La amenaza global del hombre sobre el hombre, reforzada por la amenaza sistemática de aniquilación nuclear durante la Guerra fría, viene a implicar un salto cualitativo que desemboca en un nuevo paradigma ético al aumentar la escala en el espacio y en el tiempo de los efectos no deseados de las acciones humanas como consecuencia del desarrollo científico-tecnológico. En concreto, la tesis de su célebre obra, que no es sino un *Tractatus tecnológico-ethicus* (sic), según él mismo la pone de manifiesto de forma explícita, «es que la promesa de la técnica moderna se ha convertido en una amenaza, o que la amenaza ha quedado indisolublemente asociada a la promesa» (Jonas, 2008: 15).

El principio de responsabilidad jonasiano introduce una ética basada en el futuro, evaluando no solamente las relaciones levinasianas con el otro, es decir, entre humanos (ética tradicional antropocéntrica según sus propias palabras<sup>2</sup>). Por contraposición a la ética tradicional, bien esté asociada a los sentimientos morales (Hume y los moralistas ingleses) o bien a la ética normativa (Kant), la ética jonasiana no solamente se circunscribe a las relaciones entre seres humanos contemporáneos (Esquivel, 2006), incluye también las relaciones con la naturaleza y otros seres vivos, así como con las generaciones futuras. La ética tradicional tenía un alcance local en términos de limitación de los efectos de la acción del hombre, limitados al aquí y al ahora (Jonas, 2008). En tanto que la ética de la responsabilidad, que supone un nuevo paradigma por el salto cualitativo que comporta, reconoce una nueva escala en los efectos de dicha acción por la mediación de la técnica. «La naturaleza, en cuanto responsabilidad humana, es sin duda un *novum* sobre el cual la teoría ética tiene que reflexionar» (Jonas, 2008). La duda y

---

<sup>2</sup> Jonas (2008).

la ignorancia, al más estilo cartesiano, van a jugar un papel capital tanto en el ámbito epistemológico como ético. «El reconocimiento de la ignorancia será, pues, el reverso del deber de saber y, de este modo, será una parte de la ética; esta tiene que dar instrucciones a la cada vez más necesaria autovigilancia de nuestro desmesurado poder» (Jonas, 2008: 34).

El pensamiento de Hans Jonas (1903-1993) se ve influenciado, entre otros, por el teólogo Rudolf Bultmann y por los filósofos Heidegger, Arendt y Husserl. Los principales conceptos sobre los que pivotó su pensamiento fueron el gnosticismo, el vitalismo, el biologicismo, el nihilismo o el existencialismo. Se trata de una forma de recuperación de la inocencia perdida a través de la duda neocartesiana, el cuestionamiento y la responsabilidad.

Jonas se enfrenta a la *hybris* moderna de la ciencia (Cortés, 2006), a su desproporcionada acción sobre la naturaleza (programa baconiano<sup>3</sup>): en definitiva, a un claro pesimismo antropológico derivado de la desproporción neocartesina entre el ámbito de la voluntad (el poder derivado de la ciencia y de la tecnología) y el saber/conocimiento (ético-epistemológico). Entiende que «el peligro procede de las desmesuradas proporciones de la civilización científico-técnico-industrial» (Jonas, 2008).

Se enfrenta igualmente a un marco nihilista que refleja la vulnerabilidad de la naturaleza, sin límite ontológico y axiológico (Arcas, 2007). Plantea, por tanto, desarrollar una ética humanística acorde con la ampliación del radio de acción del desarrollo científico-tecnológico y que permita preservar la naturaleza y condición humanas manteniendo sus condiciones de posibilidad. Jonas nos habla de una ética orientada al futuro que recoge la responsabilidad hacia las generaciones futuras, es decir, el nuevo concepto de sostenibilidad: «Las nuevas clases y dimensiones de acción exigen una ética de la previsión y la responsabilidad ajustada a aquellas, una ética tan nueva como las circunstancias a las que se enfrenta» (Jonas, 2008). Jonas se refiere a una ética proporcionada a nuestro poder, y, subsecuentemente, a una nueva clase de humildad (Jonas,

---

<sup>3</sup> La fórmula de Bacon dice que saber es poder (Jonas, 2008).

2008) que obligue a una acción morigerada ante el nuevo alcance espacio-temporal de nuestras acciones. El problema, en consecuencia, es tanto ético como epistemológico. El nuevo poder tecnocientífico nos abre a una nueva forma de nihilismo donde es preciso recuperar la fuerza de un nuevo concepto asociado a lo sagrado.

Se trata de una ética contra la inconmensurabilidad, reflejando la vulnerabilidad y precariedad de la naturaleza. La amenaza ha quedado asociada a la promesa (Arcas, 2007). La «heurística del miedo» de Jonas, que no hay que confundir con la «ética del miedo», como alguna vez se ha interpretado, es el mecanismo de anticipación de las potenciales catástrofes que pueden actuar contra el hombre derivadas del avance científico-tecnológico. Estamos hablando del embrión del principio de precaución. Un principio ético se convierte en un principio epistemológico. Jonas sienta las bases éticas para el desarrollo de un principio epistemológico basado en la responsabilidad, una responsabilidad que abre la puerta a lo colectivo y a la participación (teoría de la democracia) y al rescate del viejo concepto aristotélico de *phrónesis* (prudencia).

El desarrollo tecnocientífico cuestiona cada vez más la autocomprensión del ser humano (Arcas, 2007), ofuscando el circuito entre la libertad, el poder y la responsabilidad, los tres elementos capitales asociados a una visión humanística del principio de precaución. La pretensión de la ética jonasiana encierra en el fondo la superación del planteamiento gnóstico-dualista de separación del hombre de la naturaleza. La naturaleza y los seres que la habitan ya no son un mero instrumento al servicio del hombre, al que según la visión baconinana había que explotar y manipular, sino un objeto de la responsabilidad humana. La técnica, según la visión orteguiana, es en la actualidad intrínseca al ser humano, «un hombre sin técnica no es un hombre» (Ortega y Gasset, 1970). Castoriadis (1991) afirmaba que hemos perdido el control de la tecnología, perdiendo todo objetivo.

No obstante, el sistema ciencia-tecnología está conducido de forma burocrática, «produciendo conocimientos que, sin ser objeto de reflexión crítica, se transforman en reglas impuestas a la sociedad»

(De Siqueira, 2009). Edmund Husserl<sup>4</sup> y Robert Musil<sup>5</sup> son claros precedentes del nuevo escepticismo ante la ciencia y su potencial objetivista. Husserl, en la búsqueda de la intuición primordial, reconocía que la ciencia había caído en el idealismo por la sobreterminación de los contextos y por la capacidad de la ciencia para autoanalizarse, o para autolimitarse según el planteamiento de Jonas. El conocimiento, el conocimiento científico, se concibe problemático, lleno de dudas y contradicciones. Para Aron Gurwitsch (1967), Husserl proporcionó el punto de arranque en los años treinta para la tercera etapa de la Filosofía de la ciencia (Montesinos, 2010). La primera comenzaría con las *meditaciones* cartesianas; la segunda comenzaría con la época de Kant y su proyección científica en Newton; y la tercera, la que apunta Husserl, concebiría la ciencia como un *problema*. La ciencia entraría en un marco caracterizado por la problematicidad, la inexhaustividad y la duda.

Precisamente Jonas retomará este planteamiento de la problematicidad de la ciencia a través de su reflexión en torno al concepto de responsabilidad. Desde su visión vitalista, la vida adquiere una importancia capital, sobre todo en su diálogo con otras formas de vida y con la naturaleza (De Siqueira, 2009). El principio de responsabilidad queda enmarcado en el pensamiento de Hans Jonas como una crítica al apocalíptico (sic) sistema ciencia-tecnología, siendo la respuesta del hombre la cautela (el principio de precaución) y la humildad (De Siqueira, 2009). Es la forma de afrontar la complejidad y los efectos de nuestras acciones, que, debido a la utilización de *palancas* y *rodeos* tecnológicos, sus efectos pueden ser imprevisibles e impredecibles. Se trata de un nuevo replanteamiento de la ética en la que aparecen los hombres futuros y el medio natural. Con anterioridad, la ética, de naturaleza antropocéntrica (De Siqueira, 2009), era concebida esencialmente entre hombres; para el momento presente: el aquí y

<sup>4</sup> Su planteamiento acerca de la crisis de la ciencia empieza a gestarse en su célebre conferencia de 1935, «La filosofía en la crisis de la humanidad europea», consolidándose en 1936 en *Die Krisis der Europäischen Wissenschaften und die Transzendentale Phänomenologie: Eine Einleitung in die Phänomenologische Philosophie* (*La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental: Introducción a la filosofía fenomenológica*).

<sup>5</sup> En su inacabada novela *El hombre sin atributos*.

ahora. La supeditación de la naturaleza exige un nuevo concepto de responsabilidad que implica a las generaciones venideras, por lo que Jonas busca una nueva regla de oro o una nueva máxima ética que adapte los planteamientos kantianos a la nueva realidad social y al complejo sistema ciencia-tecnología.

Para afrontar estos problemas, el hombre debe saber más ciencia, pero sobre todo, debe saber más ética. Una ética que reconozca la vulnerabilidad de elementos naturales como la pérdida de biodiversidad, la reducción de los servicios de los ecosistemas, el cambio climático, etc. Jonas plantearía que si hemos logrado el poder, necesitamos lograr el conocimiento (ético) y establecer nuevas reglas. Necesitamos nuevas reglas para un sujeto consciente revisando el irreflexivo progresismo tecnológico al que nos han acostumbrado la ciencia y la innovación tecnológica. Y aplicar un concepto de riesgo de naturaleza pascaliana.

Según Descartes, para comprobar lo indiscutiblemente cierto debemos equiparar todo lo que despierte alguna duda a lo manifiestamente falso. Aquí, por el contrario, a efectos de decisión, debemos tratar lo dudoso, pero posible —cuando es de un determinado tipo—, como si fuera cierto. Es también una modalidad de la apuesta pascaliana, aunque sin su carácter eudemonista-egoísta y, en último término, no ético. Según Pascal, en la apuesta entre los breves y además discutibles placeres de esta vida y la *posibilidad* de la beatitud o la condena eternas en el más allá, el puro cálculo ordena optar precisamente por la segunda posibilidad, pues de la comparación de las oportunidades de ganancia y pérdida en los dos casos resulta que en la segunda opción, aunque no exista su objeto —la vida eterna—, poco se habría perdido al perder lo temporal, mientras que en caso contrario se habría ganado algo infinito; en cambio, con la elección de la vida temporal, en el mejor de los casos (si no hubiera vida eterna), se habría ganado algo pequeño, mientras que en el caso contrario se habría perdido algo infinito (Jonas, 2008).

La tecnología, como proyección aplicada de la ciencia, ha cambiado el orden de magnitud de las cosas y del mundo, el marco contextual del hombre, las fronteras del conocimiento, etc. El sistema ciencia-tecnología se retroalimenta y, tradicionalmente, se ha

autojustificado precisamente a través de las interrelaciones entre la ciencia y la tecnología. La tecnología es cada vez más dependiente de la ciencia, y la ciencia es cada vez más dependiente de la tecnología (Cortés, 2006). Esta dependencia a veces se ha confundido con la autopoiesis y la autojustificación ética (todo lo que puede ser debe ser), desembocando en el aislamiento ético y en la separación ética del hombre y la naturaleza. Y al sistema ciencia-tecnología está acoplado el poder político y económico, determinando qué se investiga y bajo qué premisas. Como veremos más adelante, el paso siguiente a una ética de la responsabilidad es el de una nueva gobernanza que recoja la nueva concepción de la ciencia. Si la relación del hombre con el medio natural pasa a estar en el centro de la reflexión ética en los planteamientos de Jonas, necesariamente estará en el centro de los nuevos planteamientos de gobernanza mundial.

Se trata de una nueva teleología en la que aparece el medio natural como referencia para nuestra existencia. Jonas plantea un nuevo finalismo que recupera, en otro contexto, eso sí, la causa final aristotélica, pues la naturaleza tiene sus propios fines (De Siqueira, 2009). El causalismo de la ciencia debe entonces moderarse ante este nuevo finalismo de la naturaleza que reconoce Jonas. La interfaz moderna es el principio de precaución.

La ciencia tradicional, en algunos ámbitos, ya había empezado a mostrar elementos autocríticos con algunos gestos. Especialmente en situaciones en las que el hombre se convertía en el objeto del sistema ciencia-tecnología. Un ejemplo es la célebre *Carta de Berg*, por la que el reconocido biólogo estadounidense y profesor del Departamento de Bioquímica de la Universidad de Stanford, Paul Berg, solicitaba la moratoria en la investigación del ADN recombinado hasta que no se evaluaran los riesgos que comportaba dicha investigación. ¿Miedo o principio de precaución?

La ciencia y el conocimiento se presentan en nuestros días con otros visos. «El nuevo saber es depositado en los bancos de datos y empleado de acuerdo a los medios disponibles y según las decisiones de los que sujetan el poder» (Siqueira, 2009). Según Jonas, debemos someter a la tecnología a un control extratecnológico.



### 3. EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN

EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN, con origen en el concepto alemán de *Vorsorgeprinzip*, es fundamentalmente un concepto<sup>1</sup> epistemológico (Lapuente Sastre, 2006), de carácter preventivo-cautelador, y con amplias implicaciones sociales, jurídicas y económicas. Guarda relación con la *falibilidad* humana y con la imposibilidad de prever efectos futuros, en muchos casos no identificados, derivados de causas presentes ante la complejidad de los efectos de nuestras acciones en las sociedades de nuestro tiempo, así como del sistema ciencia-tecnología que las condiciona y, en cierto modo, las determina. El principio, en contra de las expectativas de la Ilustración y del avance tecnocientífico, viene a mantener que los errores ocurren (O’Riordan y Cameron, 2006), y pretende inaugurar una nueva etapa en las relaciones del hombre con el medio ambiente en su sentido más amplio, preservando indirectamente a aquel de los efectos derivados de sus acciones sobre este. Arraiga en concepciones como la de Karl Jaspers (1961), y que más tarde recogerá Giddens (1999) en relación a los procesos de irreversibilidad de la innovación técnico-tecnológica.

Según O’Riordan y Jordan (1995), el principio de precaución se basa en varios elementos fundamentales. Podemos hablar, en primer lugar, de la necesidad de tomar medidas antes de encontrar evidencias científicas. Igualmente introduce un cambio en la carga

---

<sup>1</sup> Este concepto no debe ser confundido con el concepto de prevención. Hablamos de prevención cuando tomamos medidas para afrontar riesgos identificados y medidos, como puede ser el caso del análisis de riesgos. El concepto de precaución va mucho más allá y hace referencia a posibles amenazas cuya posibilidad es incierta (Hansson y Sandin, 2001). Lo más frecuente es que las medidas de prevención se inscriban en las políticas definidas a partir del principio de precaución (Ewald; Gollier y Sadeleer, 2001). La precaución, frente a la prevención, consiste en tomar medidas cuando se carece de certeza (Lapuente Sastre, 2006).

de la prueba, cambia la escala temporal y falla en contra de la iterabilidad adaptativa de los sistemas ambientales a los distintos cambios acaecidos. Se trata de un concepto relacionado con la ética que se encuentra con un ámbito temático que tradicionalmente esta no se había imaginado: el medio ambiente. El medio ambiente se ha convertido en un elemento de valoración ética sin precedentes que plantea el valor intrínseco de los ecosistemas. Es un instrumento que nos orienta en la gestión de la ignorancia, la duda, la incertidumbre, la indeterminación (O’Riordan y Jordan, 1995), etc.

Desde los años setenta del siglo pasado se ha incluido en la agenda política, especialmente en el ámbito de la salud (Harremoës *et al.*, 2001), si bien aparece en Alemania ligado a la alarma generada por el deterioro de los bosques (Ramos, 2002). A finales de los años noventa ya teníamos una definición más o menos válida del principio de precaución: «cuando una actividad representa una amenaza de daño a la salud humana o al medio ambiente, se deben tomar medidas precautorias aun cuando algunas relaciones de causa y efecto no estén plenamente establecidas científicamente» (Raffensperger, C. y Tickner, J., 1999). Como se podrá observar en esta definición, la salud humana y el medio ambiente han sido los ámbitos temáticos que enmarcaron la definición temprana del principio de precaución. Y, sin lugar a dudas, los seguirán siendo en el futuro. Esta definición reconoce implícitamente varios elementos de carácter conceptual (Kriebel *et al.*, 2001):

- La adopción de medidas preventivas frente a la incertidumbre;
- La inversión de la carga de la prueba, recayendo en los promotores de una actividad;
- La exploración de una amplia gama de alternativas a las acciones que pueden ser nocivas;
- Y el aumento de la participación pública en la toma de decisiones.

Aunque el principio de precaución ha sido definido de diferentes formas, sí parece que existe un claro consenso en torno a los tres elementos que comporta:

- La amenaza de daño sobre el medio ambiente y/o la salud (riesgo);
- La incertidumbre científica (incertidumbre);
- Y la decisión de implementar acciones precautorias (precaución) (Lapuente, 2006).

Si la ciencia positivista que surge en el siglo XIX inaugura la vinculación de la ciencia con el progreso, incluso con el progreso político-social; en el siglo XX, especialmente a partir de la Segunda Guerra Mundial, se llega a considerar que importantes avances científicos pasan a ser una amenaza irreversible para la humanidad y para las generaciones futuras. Se entiende que el sistema ciencia-tecnología, obviamente, aporta beneficios para la sociedad, contribuyendo a solucionar nuevos problemas inesperados al modificarse las relaciones del hombre con los ecosistemas a través de la *interfaz* tecnológica. Pero también la ciencia y la tecnología contemporáneas han introducido nuevos riesgos sobre el medio ambiente y sobre la salud humana.

El principio de precaución viene a ponderar y balancear el conjunto de soluciones que aporta el sistema ciencia-tecnología, y el conjunto de riesgos derivados de la innovación tecnológica. La denominada *paradoja de Jevons* (Alcott, 2005), debida, como su propio nombre sugiere, al economista británico William Stanley Jevons<sup>2</sup>, es una advertencia relativamente temprana sobre las expectativas asociadas al utopismo tecnológico, una alerta teórica ante la identificación de que el progreso se identifica con el progreso tecnológico, y que todo lo que puede ser debe ser. Por lo tanto, podemos decir que el principio de precaución no se queda en un enfoque puramente epistemológico, sino que viene asociado a todo un sistema moral basado en el concepto de responsabilidad jonasiano y en las relaciones entre la acción y el conocimiento.

El programa racionalista que inaugura la modernidad con René Descartes, y que consolida, entre otros, Leibniz, Spinoza o Newton,

---

<sup>2</sup> El pensamiento económico de Jevons sienta las bases de lo que posteriormente se ha venido a denominar en la Historia del pensamiento económico como la revolución marginalista.

entra en quiebre a partir de los nuevos paradigmas científicos de principios del siglo XX. El objetivismo va dejando paso al subjetivismo, la reversibilidad a la irreversibilidad, y el concepto de probabilidad se apodera del concepto de certeza. La termodinámica, la mecánica cuántica o la teoría de la relatividad contribuyeron definitivamente a la necesidad de buscar un equilibrio entre una realidad preexistente y una realidad construida en la que las reglas de lo *micro* no se corresponden con las reglas observadas de lo *macro*. Sin lugar a dudas, estos nuevos conceptos (subjetivismo, irreversibilidad y probabilidad) van a influir en la configuración y determinación del concepto asociado al principio de precaución.

A esta nueva concepción de la *verdad* científica habría que añadir el hecho de la difusión a partir de principios de los años ochenta del concepto de *stakeholders*, difundido fundamentalmente por Edward Freeman<sup>3</sup> (Freeman, 1983, 1984, 1994) y trasladado tanto al ámbito de la estrategia y de la ética empresariales como al de la responsabilidad social corporativa. En el concepto de *stakeholder* se haya implícito un hecho que resulta esencial para acotar conceptualmente el principio de precaución y que está relacionado con la comunicación. Me refiero a la asimetría de la información que se produce en la sociedad contemporánea entre las personas que toman decisiones que conllevan riesgos, identificados o no, y las personas sobre las que recaerían sus efectos (Ewald; Gollier y Sadeleer, 2001).

El principio de precaución mantiene una relación paradójica con el sistema de ciencia-tecnología (la *paradoja del principio de precaución*). Por un lado, pretende alejarse de las determinaciones científicas introduciendo elementos retardatarios y consensuales, y, por otro, requiere sistemáticamente de la iteración científica para ir matizando el equilibrio certidumbre-incertidumbre. Algunos autores han destacado ante todo su dimensión política (Godard, 2000), y efectivamente, después de más de 40 años, el concepto se ha reforzado tanto en el ámbito político como jurídico. El establecimiento de un depurado sistema de *expertise* relativo a los riesgos, así como un

---

<sup>3</sup> El concepto de *stakeholder* ha evolucionado en el tiempo, incluso en el pensamiento del propio Freeman.

reformado sistema de gobernanza, son fundamentales para su gestión y delimitar el alcance del principio de precaución (Engref, 1998).

Se trata de un concepto que, a pesar de estar incorporado desde hace tiempo en el ordenamiento jurídico y después de haber alcanzado cierto desarrollo institucional, sigue siendo controvertido y problemático en su definición, naturaleza, límites y alcance. Incluso se ha llegado a apuntar que, debido a su *retoricidad*, evanescencia y opacidad (Alles, 2005), así como a su falta de precisión, se trata de un concepto con serias dificultades de encaje jurídico (Lepage, 2001; Alles, 2005; Kamto, M., 1993), de difícil consenso social y de aplicación escasamente uniforme (De Clément, 2008: 27), especialmente porque recoge riesgos que aún no están identificados. Marchant y Mossman (2004) incluyen esta controversia del siguiente modo:

El principio de precaución puede pasar por ser el concepto más innovador, ubicuo e importante en la política ambiental en el último cuarto de siglo. Pero también puede pasar por el más temerario, arbitrario e improvisado.

Entre los críticos más tempranos (Vlek, 2009) podemos destacar a Bodansky (1991). Siguiendo con el planteamiento de Vlek, a Bodansky le sucedieron otros autores con activas críticas: Marchant (2001), Bergkamp (2002), Majone (2002), Sunstein (2003), Entine (2006), Hanekamp (2006) y Peterson (2007).

No obstante, son igualmente muchos los autores que consideran el concepto suficientemente autónomo (Sadeleer, 2000) y su juridificación plausible, tanto a escala estatal como en el ámbito del derecho internacional<sup>4</sup>. Entre los defensores y promotores del principio, Vlek destaca a O’Riordan (1994), Latour (2000), Sandin (2002), Grandjean (2004), Hansen (2007), Martuzzi (2007) y Weiss (2003).

Tal y como es concebido en la actualidad, el principio de precaución conceptualmente surgió en la República Federal Alemana

---

<sup>4</sup> La bibliografía sobre la juridificación del principio es muy amplia. No obstante, siguiendo a Nicolas de Sadeleer (Ewald; Gollier y Sadeleer, 2001), sugerimos algunas de sus obras que aparecen citadas en la bibliografía: la de 1999, 2000, 2002 y 2007.

de los años setenta<sup>5</sup>, habiendo tenido un amplio desarrollo semántico en la línea de propiciar un manejo prudente de los ecosistemas, reconociendo la complejidad de los mismos y planteando medidas de actuación de forma anticipada a la evidencia y certidumbres científicas. En un principio tiene un encaje limitado en las legislaciones específicas, pero a mediados de los años ochenta del siglo pasado pasa a convertirse en uno de los principios directores de las políticas ambientales (Ewald; Gollier y Sadeleer, 2001). Su implementación va a depender de la idiosincrasia del país y de su tradición jurídico-política (Ewald; Gollier y Sadeleer, 2001).

Aunque se pueden encontrar rémoras históricas del principio de precaución, como puede ser el caso de las prácticas jurisprudenciales en Estados Unidos, se puede decir que el pensamiento de Hans Jonas, desde el punto de vista intelectual, ha sido decisivo para la conformación del principio de precaución al plantear las implicaciones éticas de las innovaciones científico-tecnológicas (Jonas, 2008). A su vez, el pensamiento de Jonas, con toda probabilidad, ha estado influenciado por la democracia social alemana. Sus indagaciones ético-filosóficas en torno a la problemática de los avances tecnológicos y los riesgos para el planeta y para la humanidad le permitieron hacer importantes aproximaciones a este principio en su célebre texto de 1979, *The Imperative of Responsibility*. Este principio, en el pensamiento jonasiano, no era sino el de la salvaguardia y la supervivencia de las generaciones futuras; es decir, se trataba de un concepto íntimamente ligado al de sostenibilidad<sup>6</sup> y a la concepción de los límites de los recursos y del crecimiento (*The Limits of Growth* —1972— del Club de Roma), que ya en los años sesenta empezaba a enunciarse ante los enfoques desarrollistas.

---

<sup>5</sup> Conceptualmente, su primera inserción en un texto jurídico también se produce en Alemania a principios de los años setenta.

<sup>6</sup> La popularización del concepto de desarrollo sostenible se produce fundamentalmente tras la publicación del informe de 1987 de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo: *Nuestro futuro común*. El *desarrollo sostenible* se definiría como «el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades».

El principio de precaución es el reverso de la moneda del concepto de sostenibilidad. Encierra un claro contenido ético, pero también un claro contenido epistemológico o de aproximación al conocimiento de la naturaleza y de los riesgos del progreso tecnológico. Cuando el ámbito del poder es superior al del conocimiento, una reflexión netamente cartesiana, nos encontramos con una situación de riesgo y de prepotencia; de *hybris* científico-tecnológica, como se puso de manifiesto a lo largo del siglo XIX (Cortés, 2006). Precisamente, el principio de precaución pretende ajustar el poder al conocimiento a través de una «moral provisional» y retardataria basada en un concepto global de responsabilidad aplicada a la acción humana.

Según el planteamiento de Boehmer Christiansen, el principio surgió en los años treinta del siglo XX, vinculado al buen gobierno doméstico (Christiansen, 1994). Posteriormente, ha sido incorporado en numerosos acuerdos y protocolos internacionales. En concreto, en la Declaración de Río de 1992 se introdujo de forma explícita (Principio 15). Básicamente, el principio ha evolucionado en la línea de advertir que por el mero hecho de que no haya evidencias empíricas de los daños derivados de una acción, no se debe dejar de promover las normas consideradas necesarias para evitar dichos daños. De hecho, como decimos, se ha convertido en una de las piezas clave e irrenunciables del concepto de sostenibilidad, y, a nuestro juicio, lo será en el desarrollo del concepto de gobernanza en el estadio actual de la globalización y de la crisis ambiental. El principio de precaución puede ligarse a la paradoja de Ellsberg<sup>7</sup>, enmarcada en la teoría de la decisión, y mediante la cual las personas, al tener que elegir entre dos opciones, en su mayoría se deciden por aquella en la que la probabilidad es conocida (aversión a la ambigüedad).

La *Declaración de Wingspread sobre el principio de precaución*, celebrada en 1998 en dicha ciudad del Estado de Wisconsin, y en la que participaron científicos, juristas, asociaciones ecologistas, etc.,

---

<sup>7</sup> Daniel Ellsberg, nacido en 1931, es un economista y analista de las Fuerzas Armadas de Estados Unidos que trabajó para la administración Kennedy. Su célebre paradoja (la paradoja de Ellsberg) se circunscribe en la teoría de la decisión, y fue el resultado de ciertos experimentos decisionales en condiciones de incertidumbre o ambigüedad.

no deja de ser una buena referencia para la aproximación conceptual al principio: «cuando una actividad hace surgir amenazas de daño para el medio ambiente o la salud humana, se deben tomar medidas de precaución incluso si no se han establecido de manera completamente científica algunas relaciones de causa-efecto» (De Cózar, 2005). No obstante, el principio de precaución aparece en numerosos protocolos y acuerdos internacionales:

- El Protocolo sobre las Sustancias que Reducen la Capa de Ozono (1987).
- El Convenio de Basilea sobre el Control del Movimiento y Disposición de Residuos Peligrosos (1989).
- La Conferencia del Consejo Nórdico sobre la Contaminación Marina (1990).
- La Declaración de Bergen sobre el Desarrollo Sostenible en la Comunidad Económica Europea (1990).
- El Tratado de Maastricht (1994), etc.

De forma un tanto más genérica, el principio de precaución se fija ancestralmente en el canon del comportamiento humano (De Clément, 2008: 14); y en su aplicabilidad práctica surge un amplio gradiente de potenciales alcances del mismo, que puede ir desde la concepción extrema de riesgo cero, o preservación del *statu quo*, a posiciones más permisivas en condiciones de desconocimiento de posibles daños futuros. La existencia del propio gradiente de aplicación ha conllevado una pluralidad de definiciones, en muchas ocasiones basadas en la conveniencia y la oportunidad (Trouwborst, 2006). No obstante, a pesar de la imprecisión que se ha achacado recurrentemente al concepto, se puede decir que ha tenido desarrollos jurídicos, legislativos y jurisprudenciales en diversas líneas o ámbitos. La incertidumbre a la que hace referencia el principio de precaución se puede manifestar fundamentalmente mediante tres formas (O’Riordan y Jordan, 1995):

- Incertidumbre en términos de no disponibilidad de datos;
- Incertidumbre en términos de ignorancia;
- E incertidumbre en términos de indeterminación.

Y los ámbitos temáticos a los que puede aparecer vinculado son muy diversos: salud humana, medio ambiente, biotecnología... No obstante, el principio de precaución haría referencia especialmente al medio ambiente y a la salud humana, pero debido a la propia transversalidad del concepto de sostenibilidad, con el que está íntimamente interrelacionado, así como a la complejidad de la actual crisis financiera, productiva y ecológica que se ha puesto de manifiesto a partir de 2007, es fácilmente extensible a todos los ámbitos de la vida humana.

No obstante, dentro del concepto se puede plantear la incertidumbre ante la incorporación de valores sociales y ambientales, que hoy no son reconocidos como tales, pero que pueden serlo en el futuro por las generaciones venideras. El principio plantea la inversión de la carga de la prueba, que en todo momento recaerá sobre el promotor de una acción con potenciales implicaciones ambientales, es decir, sobre el generador del riesgo (Hey, 1992). Y, sobre todo, plantea una concepción ampliada de la certidumbre, que no deberá apoyarse solo en la evidencia científica, sino en otros aspectos de la realidad social tales como los valores, los objetivos políticos, la experiencia, etc. (Wynne, 1992). Pero esta base ampliada también debe acoger a una diversidad de interlocutores, partes interesadas, grupos de interés o *stakeholders*, que se pueden ver afectados por las decisiones; es decir, debe contemplar los avances en materia de gobernanza que ha supuesto la teoría de los *stakeholders* en el ámbito corporativo (Freeman, 1983). Esta posición se aproxima a los planteamientos de éticas de factura dialógica y formalista-kantiana tales como la habermasiana (*teoría de la acción comunicativa*) o rawlsiana (*teoría de la justicia*), así como a la *teoría falsacionista* de Popper.

El principio de precaución ha tenido tanto defensores como detractores, hecho que ha provocado la falta de consenso en torno al mismo. Los detractores se centran fundamentalmente en la

imprecisión, en su carácter *apocalíptico* y en la falta de pragmatismo del concepto (Gray, 1990). No obstante, a pesar de su falta de precisión y de las diversas posibilidades de definir su alcance, es un concepto transversal, íntimamente ligado al concepto de sostenibilidad tal y como se planteó en la década de los ochenta a través del *Informe Brundtland*: es decir, la sostenibilidad haría referencia a la evitación del traslado de cargas intergeneracionales de cualquier tipo a las sociedades del futuro (WCED, 1987): financieras, sociales, fiscales y, obviamente, ambientales.

Igualmente, el principio de precaución ha podido levantar ciertas suspicacias, especialmente en el ámbito doctrinal neoliberal, sobre todo en relación con su planteamiento tácito relativo a la imposibilidad de un crecimiento económico ininterrumpido, en relación con la libertad y autodeterminación individual, y en relación con el libre comercio (De Clément, 2008).

Las posibilidades de juridificación del concepto varían en función de las exigencias de aplicación, que pueden ir desde una posición más laxa, como es el caso de la posición más débil, a una posición mucho más retardataria y *largoplacista*, cercana al inmovilismo, como es el caso de la *catastrofista*. A la posición o versión débil del principio se le acusa de ser muy vaga; y a la fuerte se la considera demasiado extrema, miope e irracional (Gardiner, 2006). Sin lugar a dudas, cada una de las posiciones intermedias y extremas estará relacionada proporcionalmente con un concepto más o menos *fuerte* de sostenibilidad.

La teoría sociológica, muy ligada al espíritu fáustico de la ciencia a lo largo del siglo XIX (Cortés, 2006), así como a la *hybris* tecnológica y al *cientificismo* decimonónico (Hayek, 1980), concibió un mundo científico estable, medible y exento de incertidumbre. Tanto Émile Durkheim como Max Weber<sup>8</sup> entendían que el saber metódico de la ciencia aseguraba la ausencia de incertidumbre (Lapuente, 2006), considerando la existencia de un espacio científico y epistemológico fiable y netamente acumulativo. La euforia científica

---

<sup>8</sup> Max Weber (1864-1920), filósofo y sociólogo, fue uno de los máximos defensores de la neutralidad valorativa de la ciencia.

y tecnológica relegó los problemas sociales y éticos a un segundo plano, pues en el concepto de la idea de progreso del siglo XIX, y también en la del siglo pasado, la utopía científico-social era una utopía netamente tecnológica. Por lo tanto, los debates ético-sociales quedan en un segundo plano a la espera de que se resuelvan a partir de argumentos que procedan del sistema ciencia-tecnología y que se asocian a la idea de progreso. El carácter autorreferencial de la ciencia y del mercado (la mano invisible smithiana) relegaría la ética al ámbito de lo privado. En este sentido, no hay que olvidar que la ciencia, en el siglo XIX, era considerada prácticamente como una religión.

El principio de precaución arraiga en la apreciación del riesgo por parte de la sociedad moderna de una forma distinta a la correspondiente a otras sociedades del pasado. Patrick Lagadec habló de la «civilización del riesgo» (Lagadec, 1981); Ulrich Beck de la «sociedad del riesgo» (Beck, 1992), y Zygmunt Bauman (Bauman, 2000) de la «sociedad líquida». La modernidad ha impuesto una concepción del riesgo que hace a este prácticamente omnipresente, y que, necesariamente, tiene implicaciones en el ámbito epistemológico. Es un principio sencillo, fundamentalmente intuitivo, que nos advierte de nuestra interacción con el medio, orientándonos hacia una intervención que genere el menor daño posible al medio ambiente (Jordan y O’Riordan, 1995) y un manejo prudente de los ecosistemas. Básicamente, representa el reconocimiento explícito de la *falibilidad* humana y de la complejidad de las sociedades de nuestro tiempo.

Frente a los mencionados planteamientos de Beck y de Bauman, existen propuestas que compatibilizan la modernidad con la problemática ambiental desde un enfoque positivo: la *teoría de la modernización ecológica* (Mol, 1997). El planteamiento de la teoría de la modernización ecológica es optimista ante la ciencia y la tecnología siempre que se den los cambios sociológicos adecuados: la reforma ecológica. Para Mol la ciencia y la tecnología juegan un papel crucial para la modernización ecológica y, en consecuencia, para la modernización de las sociedades. La modernización ecológica

implicaría un nuevo concepto de racionalidad, la racionalidad ecológica, mucho más omnicompreensivo que la racionalidad económica. Se trata de una nueva adaptación de la realidad industrial a la nueva realidad ecosocial.

El principio de precaución pone límites al alcance de la economía ambiental, que interpreta como negociables procesos que no pueden serlo por razones de insustituibilidad o irreversibilidad ecosistémica, intentando *monetarizar* realidades ambientales de valor incuantificable. La economía ambiental parte de la premisa de que los procesos ambientales son lineales, cuando se han reconocido límites y puntos críticos que los hacen discontinuos. En algunos casos, se han rebasado límites ambientales que impiden el retorno a situaciones anteriores: calentamiento global, extinción de especies o ciclo del nitrógeno (Rockström *et al.*, 2009). Además, la economía ambiental considera que el mercado es capaz de determinar la capacidad de *resiliencia* de un ecosistema. Del mismo modo, el principio de precaución pone límites al tradicional análisis coste-beneficio en situaciones de no-linealidad y de irreversibilidad en los procesos iterativos e interactivos entre el hombre y el medio natural. Pero sobre todo, inaugura un nuevo modelo de gobernanza basado en un mayor alcance de la responsabilidad y de una mayor participación ciudadana y de profundización en los resortes materiales de las democracias.

El principio de precaución encierra un planteamiento y una reflexión de factura cartesianos. Plantea colocar la duda en el centro del sistema gnoseológico y moral. *Mutatis mutandis*, al igual que René Descartes, viene a reconocer que el ámbito del poder, especialmente el poder tecnológico (la voluntad/libertad para Descartes), es mayor que el ámbito del conocimiento, por lo que cada vez la acción humana sobre el medio natural presenta más situaciones de riesgo, de irreversibilidad y de no linealidad de los procesos interactivos entre el hombre y el medio ambiente. La obsesión sistemática por el crecimiento cuantitativo desde la Revolución industrial y los padres de la ciencia económica, incrementando desproporcionadamente la frontera de posibilidades de producción (Cortés, 2006), ha ido

limitando la capacidad de carga del medio natural (Arrow *et al.*, 1995) y llegando, en muchos aspectos, a puntos que son considerados como críticos.

El principio de precaución se basa en la definición de un marco de racionalidad sin caer en la opacidad, el tremendismo, o en visiones apocalípticas de la realidad. Implica poner en *cuarentena* algunas decisiones que, por su calado, pueden comportar riesgos no conocidos. Algunos autores, que han propuesto enfoques sociales y posacadémicos de la ciencia, y que analizaremos más adelante con algo de profundidad, han planteado el principio de precaución como criterio de calidad del conocimiento científico (Iglesias y Luchetti, 2011).



#### 4. NUEVAS FORMAS DE RELACIÓN ENTRE LA CIENCIA Y LA SOCIEDAD

EL PRESTIGIO DE LA CIENCIA y de la tecnología, identificado con el proceso de su universalización, ha invadido determinados ámbitos que son propios del proceso de toma de decisión democrático, y «los modelos decisionistas de la relación entre experiencia técnica y práctica política están siendo crecientemente sustituidos por *modelos tecnológicos*, en los que la necesidad objetiva revelada por los expertos parece predominar sobre las decisiones de los líderes» (McCarthy, 2013: 28). Siguiendo con Thomas McCarthy, en su reflexión en torno a la teoría crítica de Habermas, «el triunfo de la conciencia tecnocrática significaría congruentemente el hundimiento definitivo del modelo liberal de esfera de la opinión pública, que surgió en el siglo XVIII y que persiste, pese a su marcado debilitamiento, en las democracias del Estado social de la actualidad» (McCarthy, 2013: 30). La lucha entre comunidad científica y opinión pública, términos que aparecen prácticamente al mismo tiempo, se desarrollará a lo largo del siglo XIX (Cortés, 2006), generando elementos de tensión y de intercambio que se traducirían en la segunda mitad del siglo XX en nuevos modelos de concebir las relaciones entre ciencia y sociedad, y que vamos a concretar más adelante.

La inversión de valores que introduce el proceso ilustrado, y su traslación al ámbito tecnocientífico, sustituye a los principios de racionalidad tradicionales y consensuales, perdiendo la razón «su función como estándar crítico» (McCarthy, 2013). La ciencia ha pretendido asumir en solitario el principio de racionalidad que rige el mundo moderno, presuponiendo que la ciencia y la tecnología nos llevarían automáticamente a una sociedad moral y políticamente más avanzada, y, por consiguiente, más justa y equitativa. Pero los

procesos históricos que han tenido lugar a lo largo del siglo XX, así como la actual crisis ambiental, han puesto en cuestión dichos automatismos político-sociales de la ciencia; y la profundización en los procesos democráticos y comunicativos (Habermas) está obligando a una mayor comunicación entre las ciencias, así como a fórmulas más abiertas y críticas en los procesos científicos.

La ciencia, como institución experta, burocrática y ligada al poder, ha intentado desplazar una parte del debate de la sociedad al núcleo exclusivo de la comunidad científica, sin contar con los afectados de las decisiones adoptadas. La ciencia ha velado por desarrollar un lenguaje exclusivo que lo diferencia de la vieja *doxa* helénica, acrítica, *cotidiana*, y muy alejada del saber racional del *logos*. Como nos dice Néstor García (2011a), «la epistemología, desde el positivismo hasta el constructivismo, buscó delimitar lo científico para diferenciarlo de otros territorios». La ciencia tradicional quedaría al margen de valores extraepistémicos (verdad, predicción, explicación) (Todt *et al.*, 2010), distinguiendo taxativamente los hechos objetivos de los valores subjetivos. Pero desde hace décadas, especialmente desde los años sesenta y setenta del siglo pasado, la ciencia no está exenta de incorporar valores no solo prácticos, sino también epistémicos (Laudan, 1984).

El denominado «contexto de descubrimiento» en la ciencia contemporánea, por utilizar la terminología que introdujo Hans Reichenbach (1938), adquiere una especial importancia frente al estrictamente epistémico de «justificación». En torno a la década de los setenta se produce un «giro historicista» a la hora de concebir el conocimiento científico que fue promovido por Kuhn y sus seguidores (García, 2001b). Este «giro» trae a un primer plano el «contexto de descubrimiento» para no abordar de forma sesgada la práctica científica mediante una concepción histórica de la racionalidad científica. Larry Laudan (1978), en el ámbito de la práctica científica y desde un enfoque prevalente de lo pragmático y situacionista, centra más su atención en la resolución de problemas (progreso) que en la racionalidad intrínseca o racionalidad ahistórica de la pretensión positivista de la ciencia. La racionalidad científica se alía con el

progreso, o su capacidad para resolver problemas, para definir el nuevo marco de la ciencia oficial, el nuevo paradigma kuhniano, o la nueva tradición de investigación laudaniana. Los problemas siempre se corresponden con un momento histórico y situacional, por lo que el progreso laudaniano prevalecería sobre la razón ahistórica, especialmente cuando en nuestros días los derroteros de la ciencia se ven influenciados por intereses y presiones socioeconómicos.

Pero la sociedad también es cada vez más consciente de los efectos catastróficos derivados de algunos avances científico-tecnológicos (p. ej.: la bomba atómica, Chernobil, etc.), así como de las limitaciones emancipatorias que tiene la ciencia, entendiendo que la argumentación epistémico-platónica tiene que ser atemperada, contemporizada y sojuzgada a través de un proceso dialógico por la argumentación *doxográfica* de los distintos ámbitos de una sociedad democrática, abierta, transparente y deliberativa. En consecuencia, el progreso científico debe entrar en un proceso dialógico y dialéctico con los valores y principios éticos comúnmente compartidos por la sociedad. Las ilusiones de la Ilustración, en contra del dogmatismo, el prejuicio y la superstición, vienen acompañadas «por la fragmentación, la discontinuidad y la pérdida de sentido» (McCarthy, 2013), que se traduce en la duda contemporánea que arraiga en el principio de precaución y en la extensión del principio de responsabilidad, poniendo límites a las premisas de racionalidad tecnocientífica y a las ilusiones de la Ilustración.

En concreto, el principio de precaución es un ejemplo de desafío abierto a la ciencia y al sistema ciencia-tecnología, relativizando los resultados derivados del análisis coste-beneficio (O’Riordan y Jordan, 1995). Este principio contribuye a remover fronteras disciplinares fuertemente consolidadas en la tradición académica, y modifica los plazos de los planteamientos estratégicos en el ámbito de la gobernanza, introduciendo variables de largo plazo y de largo alcance en la toma de decisiones y en el análisis contextual de las mismas. Además, el principio de precaución atraviesa longitudinalmente el concepto de sostenibilidad al revisar la capacidad de soportar cargas por parte de las generaciones futuras (Trouwborst, 2009). Plantea un nuevo

diálogo con la ciencia y traslada a esta su planteamiento sobre la inversión de la carga de la prueba, pudiendo llegar a considerar que la ciencia no cuenta con sistemas de validación suficientes como para dar respuestas a los criterios necesarios para la toma de decisiones y la emisión de juicios en una sociedad compleja. La validación de un juicio en el marco dubitativo del principio de precaución va más allá de la validación exclusivamente científica. Está formada igualmente por la experiencia, la opinión pública, la opinión de los expertos, las valoraciones políticas y éticas, etc. (O’Riordan y Jordan, 1995; Wynne, 1992; McDonnell, 1991).

El sistema ciencia-tecnología no es neutral en nuestro tiempo; trae a un primer plano determinados intereses y relega otros (Winner, 1977). Existe una clara interconexión entre ciencia, política y dinero (Mitchan y Briggles, 2007). Si bien en los orígenes socráticos de la filosofía, el filósofo (el científico de hoy) debe ser el gobernante, el que ostenta el poder político, este planteamiento ha cambiado radicalmente en la actualidad por cuestiones económicas, sociales, políticas y éticas. Se puede decir que existen dos tendencias claras a la hora de entender las relaciones entre la ciencia y la política. Para unos, la ciencia debe mantener su autonomía y sus aspiraciones de verdad, ecuanimidad y universalidad; en tanto que, para otros, la ciencia debe tener presente el contexto político en el que se desarrolla, la *doxa*.

La apertura del laboratorio al exterior, en términos de Bruno Latour (1983), estableciendo relaciones de escala, es una premisa para indagar en las nuevas relaciones entre la ciencia y la sociedad. Bruno Latour pone como ejemplo el caso de Pasteur, aquel que junto a Carnot tiene más nombres de calles y plazas en Francia (1983). Según Latour, Pasteur consiguió interesar mediáticamente a la sociedad francesa de lo que estaba ocurriendo en su laboratorio; supo alinear sus intereses científicos con otros intereses sociales. Dice Latour: «el laboratorio de Pasteur consiguió atraer y captar su interés mediante un doble movimiento: primero, del laboratorio al campo y, después, del campo al laboratorio, donde se había ganado una nueva fuente de saber-cómo, manipulando un nuevo material: los cultivos puros

de microbios» (Latour, 1983). Y, al igual que Bruno Latour, Steve Woolgar se planteó igualmente el tema recurrente del laboratorio. Woolgar (1992) consideraba que había que abrir la «caja negra» y plantear la ciencia y el conocimiento científico mediante una concepción pospositivista.

En la actualidad, la sociedad se enfrenta a una incertidumbre radical de carácter científico, social y ético. Como decía Bohr, lo opuesto a la verdad superficial es el error, pero lo opuesto a una verdad profunda es otra verdad profunda. En las sociedades complejas no es fácil desligar las verdades profundas, unas de otras. El debate sobre el riesgo y la incertidumbre es una constante en las sociedades modernas. Y hablamos de todo tipo de riesgo e incertidumbre: económicos, financieros, ambientales, sociales... En nuestros días existe una pérdida neta de control de los efectos de las decisiones tomadas en determinados ámbitos que son fundamentales para asumir con credibilidad el concepto de sostenibilidad y de no trasladar cargas intergeneracionales de ningún tipo a las sociedades del futuro.

En la historia de la ciencia y de la tecnología, la naturaleza, en primera instancia, era considerada como una amenaza a la que hay que hacer frente a través de la magia o de la ciencia y la tecnología. La revolución científica del XVII y la Revolución industrial de finales del siglo XVIII y principios del XIX, la convirtieron en un auténtico laboratorio (Lavoisier). Por el contrario, en la actualidad, dada la irreversibilidad de muchos procesos ambientales debido a la acción del hombre, la naturaleza debe ser considerada como un socioecosistema, y el hombre debe buscar un equilibrio homeostático entre su acción antrópica y los procesos naturales.

La aparición de los nuevos riesgos vinculados a los avances científicos, así como las desigualdades económicas derivadas de los mismos, están propiciando corrientes críticas que vienen a revisar el papel de la ciencia en las sociedades contemporáneas (Jiménez-Buedo y Ramos, 2009)<sup>1</sup>. La tendencia se orienta a considerar una ciencia mucho más abierta a la sociedad y en la que tienen cabida los intereses de la industria, el gobierno y la sociedad en general.

---

<sup>1</sup> Ver también Shinn (2002).

Leydesdorff y Etzkovitz (1996), en relación con este planteamiento, hablaron de la triple hélice entre la ciencia, la industria y el gobierno, recogiendo una tendencia que considera la ciencia como un sistema dinámico, abierto, que cuenta con importantes determinantes externos (Jiménez-Buedo y Ramos, 2009) que no son sino el reflejo de la multiplicidad de intereses que gestionar. La triple hélice puede ser considerada como el resultado de la interacción entre dinámicas funcionales e institucionales presentes en la sociedad (Leydesdorff, 1997).

#### 4.1. *El falibilismo*

Como advierte Edvandro Agazzi, «a comienzos del siglo XX, la que podemos llamar ciencia *contemporánea* se distinguía de la ciencia *moderna* por el hecho de reconocer como su característica la *falibilidad* más bien que la *certeza*» (Agazzi, 2011). Con los antecedentes de la física de principios del siglo XX, fundamentalmente con las aportaciones teóricas derivadas de la física cuántica y de la teoría de la relatividad, así como con los planteamientos de Mach y Poincaré (Agazzi, 2011), se producen nuevas formas de inteligibilidad en relación con la generación de conocimiento, retomando las primeras quiebras del sólido «mármol newtoniano» y de las «estructuras aprióricas kantianas» (Marcos, 2013); y poniendo de manifiesto los límites constitutivos de la ciencia que interesaron tanto a Rescher (1984) como a Gadamer (Marino, 2011), que son difusos y a través de los cuales hay flujos de información e influencia bidireccionales con respecto al resto de la sociedad.

Existen, por tanto, formas de conocimiento y de racionalidad más allá de la ciencia que la limitan y, en contra de las teorías científicas, la hacen *fallible* en el conjunto de la racionalidad, que no se agota en el ámbito de la ciencia y de la tecnología.

Las obras de Kuhn y Popper amplían el marco de racionalidad de la ciencia y sientan las bases de un *falibilismo* sin retorno, que, lejos de caer en el relativismo o en el escepticismo, pone a la ciencia en la senda de la duda constructiva, así como en la senda de una evolución

y de una tensión constantes. Este nuevo *falibilismo* de la ciencia contemporánea que asumen Peirce y Popper es ante todo una actitud, como lo es la prudencia (Marcos, 2013) aristotélica (*phronesis*); y prudencia es básicamente humildad intelectual, actitud socrática, docta ignorancia, reconocimiento de los límites de nuestro conocimiento o simplemente *falibilismo* (Marcos, 2013). En consecuencia, nos enfrentamos a un cambio actitudinal inédito de la ciencia, incluso antes que a un principio metodológico. En parte encierra una actitud de decepción, pero también de perfeccionamiento y mejora continuos tal y como recoge el dicho de Peirce: «do not block the way of inquiry» (Peirce, 1955a)<sup>2</sup>. La ciencia contemporánea recoge la prudencia aristotélica y la duda cartesiana y da pie a la duda y a la docta ignorancia de nuestro tiempo: el principio de precaución.

La ciencia se hace más flexible y empieza a admitir interacciones con los que serán el resto de subsistemas sociales ante el malestar que genera en la cultura (Marcos, 2013). El nuevo planteamiento de la ciencia contemporánea o posmoderna, asociada al *falibilismo* y a los nuevos enfoques en las relaciones entre la tecnociencia y la sociedad, revisa las aspiraciones relativas a la verdad: «el falibilismo actual no desespera de la posibilidad de conocimiento verdadero, sino de conocimiento con certeza» (Marcos, 2013). Un *falibilismo* que está más vinculado al desarrollo de un espíritu crítico en las sociedades complejas de nuestro tiempo que a una visión escéptica del conocimiento.

El *falibilismo*, tal como lo planteó Popper en contra del neopositivismo del Círculo de Viena, se basa en los principios de la docta ignorancia y en la crisis del determinismo; es favorable para la ciencia y no se resuelve en la parálisis del conocimiento científico: le impone una tensión constante que la obliga a buscar sistemáticamente nuevos cauces hacia la certeza. Pero «(l)a ciencia tan solo puede incrementar el nivel de ‘verosimilitud’ de sus conquistas cognoscitivas, pero no puede preciarse nunca del título de conocimiento verdadero y cierto» (Agazzi, 2011). El *falibilismo* (docta ignorancia) y el principio de precaución (duda metódica contemporánea) se alían para encontrar

---

<sup>2</sup> Citado por Marcos (2013: 128).

nuevos cauces de la investigación tecnocientífica en el seno de nuestras sociedades complejas.

La crisis de la ciencia convencional aventura una transición hacia una nueva ciencia posmoderna (Ballesteros, 1994) que tiene que hacer factible la superación de la queja heideggeriana hacia la ciencia y la técnica, y la consecución de una existencia auténtica. Conceptos como la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad o la iterabilidad se han convertido en elementos revisores de los planteamientos científicos anteriores, a los que habría que unir la tendencia democratizadora de la misma hacia la unidad del conocimiento y la necesidad de introducir decisiones correctas y una nueva forma de gobernanza. La complejidad de los avances científicos y de la sociedad impide que las afirmaciones científicas sean inequívocas. La paradoja de Jevons nos advertía de que no todos los problemas se solucionan con más tecnología, pues la mejora de eficiencia que aporta la tecnología puede verse contrarrestada por el uso masivo de la misma debido a una mayor accesibilidad.

El *falibilismo* ya estaba latente en el pensamiento positivista al querer erradicar las esencias (metafísica) del ámbito del conocimiento. Los planteamientos *falibilistas* de la ciencia del pragmatista Peirce (1955a), a quien se le debe la introducción del neologismo «falibilismo», y de Popper (1985) son la gran coartada para estos nuevos enfoques que pretenden vislumbrar las relaciones entre el conocimiento científico y la sociedad. Representan la gran decepción postmoderna ante el concepto absoluto de ciencia que se asocia a la ciencia newtoniana. Como advierte Alfredo Marcos (2013), «(l) a actitud falibilista es (...) la más adecuada caracterización postmoderna de la prudencia, de la racionalidad científica y de la racionalidad humana en general. (...) (U)na actitud falibilista en ciencia abre las puertas a la racionalidad prudencial» (Marcos, 2013). La prudencia y el principio de precaución, así como las propuestas éticas de Jonas, solo se pueden plantear ante esta concepción postmoderna y ecléctica de la ciencia. Dicha concepción no es sino el punto medio entre el cientificismo, o fe ciega en la ciencia y en la razón científica que inauguran Descartes y Bacon, y el anticientificismo, corriente que se

caracteriza por poner en cuestión la razón científica y considerar que el progreso tecnocientífico actual nos lleva a la deshumanización.

Como consecuencia de los relativismos que aparecieron en el siglo XIX y del *falsacionismo* científico que se desarrolla en el siglo XX, se crea un campo abonado para nuevos enfoques transcientíficos de la ciencia que introducen flexibilidad, transdisciplinariedad. Fundamentalmente vamos a analizar cinco enfoques que, sin ánimo de ser exhaustivos, han recogido esta perspectiva. Nos referimos inicialmente a los estudios CTS; seguidamente haremos una breve referencia al enfoque Modo 2; continuaremos con el propio de la ciencia posacadémica; y, finalmente, abordaremos las propuestas de la ciencia posnormal y la ciencia reguladora. Cada uno tiene sus propios matices, pero todos se basan en el reconocimiento de una nueva forma de hacer y gestionar la ciencia y el conocimiento científico (Jiménez-Buedo y Ramos, 2009).

Todos estos enfoques parten de la introducción de la ética en el ámbito del conocimiento científico. Asimismo parten de una revisión contextual de los viejos linajes científicos que han visto cómo se han difuminado sus límites. La nueva realidad requiere de soluciones multidisciplinares, interdisciplinares o transdisciplinares. El caso del medio ambiente es un ejemplo paradigmático por implicar a tantas disciplinas, tanto las propiamente naturales como las sociales (la economía ecológica, la ecología política, etc.). El medio ambiente y el concepto de sostenibilidad solo pueden tratarse global y transdisciplinarmente, incorporando la incertidumbre como un elemento epistemológico propio de los enfoques sistémicos del conocimiento científico (Iglesias y Luchetti, 2011). Además, las prioridades científicas cambian radicalmente, en especial por los consumidores comerciales del conocimiento científico. Por su parte, la incorporación de la incertidumbre adquiere una especial relevancia en la ciencia posnormal y en el enfoque Modo 2, y de forma más tangencial en la ciencia posacadémica (Iglesias y Luchetti, 2011).

## 4.2. *La crisis del modelo del déficit cognitivo*

El *falibilismo* plantea un modelo de ciencia no monolítico y no robusto: la ciencia está siempre en construcción y la búsqueda del consenso es más un horizonte que una inmediatez. La concepción de que la verdad al final se manifiesta se pone en cuestión en favor de percepciones más subjetivistas y sociales de los resultados científicos. La ciencia se parece más al camino que al destino. La concepción de que los sistemas expertos son los únicos que pueden entender e interpretar el mundo real, a través de su bagaje cognitivo, es el planteamiento que adopta el tradicional modelo de déficit cognitivo. El modelo de déficit cognitivo parte de la asimetría epistémica (Roqueplo, 1983; Cortassa, 2010) entre los sistemas expertos y sus integrantes con el gran público lego. Los sistemas democráticos han ampliado el radio de acción de los ciudadanos (libertades) cuando el ámbito del conocimiento es mucho más reducido. La respuesta adecuada del gran público ante los sistemas expertos y los avances tecnocientíficos sería la aceptación. La no aceptación de un avance tecnocientífico sería considerado por los sistemas expertos como resultado de la incompreensión, de los prejuicios, de la persistencia de viejos mitos y, en general, del «déficit cognitivo» del gran público.

El modelo de déficit cognitivo se corresponde con la concepción unilateral y epistémicamente asimétrica en las relaciones entre la ciencia y la sociedad, entre los expertos y los legos, entre los científicos y los ciudadanos. Se trata asimismo de la concepción positivista clásica.

Frente al «modelo de déficit cognitivo» se encuentra el «modelo de interacción con la ciencia», «modelo democrático» o «modelo participativo» (Cuevas, 2008). Aquel entiende que, en general, los miembros de la sociedad tienen un déficit en cuanto a conocimiento científico que debe subsanarse a través de la divulgación científica. Frente a esta visión, en muchas ocasiones considerada como ingenua, se plantea el modelo participativo por el que se reconoce que los ciudadanos conocen sus intereses, son capaces de distinguir las prioridades a la hora de decidir acerca de los objetivos de la investigación científica, la dedicación de los recursos públicos a la investigación, los límites éticos de la investigación, los valores

asociados a la investigación, etc. «Mecanismos tales como comisiones de consenso, audiencias públicas, paneles de ciudadanos, science shops, referendos, etc. son los que buscan el diálogo entre expertos y ciudadanos» (Cuevas, 2008).

Frente al elitismo platónico de Walter Lippmann (1945) del gobierno de los expertos, nos encontramos con el planteamiento de John Dewey. Para Lippmann, que defiende el gobierno de los expertos, la situación cognitiva actual es inhabilitante para una participación ciudadana en el ámbito del conocimiento científico. Los ciudadanos en la actualidad, lejos del modelo originario de democracia, no tienen tiempo ni conocimientos para tomar decisiones rigurosas y lo suficientemente informadas.

Por su parte, Dewey está de acuerdo con Lippmann en la difícil articulación práctica de la democracia, de la complejidad a la que se enfrentan las sociedades modernas..., pero precisamente esto es lo que nos obliga a buscar mecanismos de interrelación entre los ciudadanos y el conocimiento. Entiende que los ciudadanos no están ansiosos de ceder la toma de decisión a los expertos (Cuesta, 2008). Atendiendo a su concepción pragmatista, los ciudadanos están habilitados para identificar sus intereses y lo que les conviene (Dewey, 1939).

### 4.3. *El enfoque CTS*

El denominado enfoque (o estudios) Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)<sup>3</sup>, del que se puede decir que tiene de forma paralela un origen escocés y norteamericano, constituye un nuevo paradigma de carácter postempirista a la hora de abordar el fenómeno científico-tecnológico y el sistema ciencia-tecnología en nuestra sociedad (Quintero, 2010), pretendiendo renegociar el contrato y las relaciones entre la ciencia y el conjunto de actores sociales con los que aquella interactúa. Esta renegociación supone profundizar en la responsabilidad social de la ciencia y de los miembros de la

---

<sup>3</sup> En el ámbito anglosajón se conocen con el acrónimo *STS* (*Science and Technology Studies* o *Science, Technology and Society*).

comunidad científica, en determinar quién fija los objetivos de la ciencia y el objeto de la investigación científico-tecnológica, y en qué términos se financia y se programa el conocimiento científico. Los estudios CTS pretenden identificar y analizar los fenómenos sociales que influyen en el sistema ciencia-tecnología como los efectos de este sobre el conjunto de la sociedad y el medio ambiente.

El enfoque CTS se opone a la que se ha venido a denominar la *concepción heredada de la ciencia y tecnología* que planteaba Putnam (1988), y que coincide básicamente con la visión del Círculo de Viena<sup>4</sup> y de sus más importantes representantes (Carnap, Shlick, Neurath, Godel, Frank, Waismann, etc.) en lo relacionado con su concepción y conceptualización de la ciencia. La superación del enfoque tradicional que arraiga en el empirismo lógico, y que mantiene una presencia incuestionable desde los años veinte hasta la mitad del siglo pasado, comienza fundamentalmente con la obra de Kuhn<sup>5</sup> de 1962, *La estructura de las revoluciones científicas*, y supone acercarnos a un planteamiento o a una visión social y humanista de carácter integral de la ciencia que reconoce la complejidad de la trama social que influye sobre la misma a través de factores tanto de carácter epistémico como no epistémico. Igualmente supone admitir la convencionalidad de la ciencia<sup>6</sup>, así como la concepción de esta como un proyecto colectivo en busca permanente de la verdad (*falibilidad*). La verdad, en este sentido, es entendida como un ente dinámico sobre el que influyen tanto los expertos como los legos en un proceso de escrutinio y debate democrático.

Afectado por la filosofía, la sociología, la epistemología, la teoría de la educación o la economía, frente a la concepción tradicional de

---

<sup>4</sup> Los representantes del Círculo de Viena mostraron su escepticismo ante la vinculación de la ciencia con la política no solamente por cuestiones teóricas. Las propuestas políticas invasivas del nazismo alemán, que pretendían manipular la ciencia, contribuyeron a ello.

<sup>5</sup> Aunque el pensamiento de Kuhn es el hito más importante para entender la nueva concepción y conceptualización de la ciencia, otros muchos han contribuido de forma decidida a ello. Destacaríamos, entre otros, a Imre Lakatos, Paul Feyerabend, Larry Laudan, Wolfgang Stefmüller, H. Putnam o Michael Polanyi.

<sup>6</sup> No hay que confundir la convencionalidad de la ciencia con su falta de rigor. Lo que se quiere decir es que la ciencia está condicionada desde el punto de vista social.

la ciencia y las prevalecientes estructuras administrativo-académicas de origen alemán<sup>7</sup> que perduran hasta nuestros días, este enfoque es antiesencialista y antitriunfalista (AA. VV., 2001), y viene a poner en cuestión, al igual que el planteamiento de Kuhn (1962) en torno a la idea de paradigma, el proceso lineal y acumulativo de la ciencia y de la tecnología, los planteamientos epistemológicos y científicos que arraigan en el pensamiento y en las obras de Bacon y Descartes que sientan las bases de la ciencia moderna, así como la presupuesta relación causal entre desarrollo científico-tecnológico y progreso socioeconómico. No obstante, este enfoque no es homogéneo. De hecho, en el seno de los estudios CTS nos podemos encontrar con un enfoque radical y relativista en algunas ocasiones y, en otras, con un enfoque mucho más moderado.

Mediante este planteamiento, y en contra de la concepción positivista prevaleciente, la ciencia deja de tener un estatus privilegiado, así como el apoyo incondicional de la sociedad, y pasa a ser una manifestación cultural más, es decir, el resultado de la negociación iterativa, de la discusión y del consenso sociales. Se trata de un enfoque «crítico e interdisciplinar de la ciencia y la tecnología en el contexto social» (García, 2001), enriquecido por los planteamientos sobre la ciencia dominante en la primera mitad del siglo XX, y en el que la ética, como disciplina transversal frente al carácter parcial de las ciencias, pasa a tener un especial protagonismo para dirimir la problemática derivada del progreso tecnocientífico. La disciplina de la ética, siendo consciente de los retos a los que ha de enfrentarse en estos nuevos planteamientos, sería un mecanismo de control para la tecnociencia, y dicho control puede hacerse desde dentro (autocontrol) o desde fuera (control social).

La ética, que para los *cientificistas* es el reino de lo subjetivo y contingente, en los nuevos planteamientos de la ciencia posmoderna tendría la capacidad de ver en su completud la complejidad de la

---

<sup>7</sup> La estructura departamental y las bases administrativas en el ámbito de la Academia quedaron implantadas a principios del siglo XIX, sentando las bases de la neutralidad de la ciencia y de la concepción de esta como una auténtica ideología (cientificismo), enfoque que predominó prácticamente a lo largo de dicho siglo (Cortés, 2006).

vida humana o el mundo de la vida, siendo capaz de moderar los efectos negativos de la tecnociencia en el conjunto de la sociedad. En el enfoque CTS, por utilizar la terminología de la teoría de sistemas, la ciencia es un subsistema más dentro del sistema social, que incluye otros subsistemas que aportan tensión al conjunto de aquel: el sistema político, el sistema jurídico, el sistema natural, etc.

En este planteamiento, es importante destacar el concepto de controversia científica que se hizo eco a través de diversos enfoques relativistas y *sociologicistas* de la ciencia. En concreto, H. Collins (Collins, 1982) se interesó especialmente por las controversias científicas, así como por los mecanismos por los que prevalecían unas de las opciones en controversia sobre las otras. Como advierte J. A. López (1999), «la controversia en ciencia refleja la flexibilidad interpretativa de la realidad y los problemas abordados por el conocimiento científico, desvelando la importancia de los procesos de interacción social en la constitución misma de esa realidad o en la solución de esos problemas»<sup>8</sup>. Hay abierta, por tanto, una espita al relativismo científico y a la valoración social. Y, sobre todo, en la década de los sesenta y setenta, se empieza a ver a la ciencia como reflejo de un permanente conflicto de intereses, así como un producto cultural<sup>9</sup>. Los sistemas expertos, la *expertise* académica, dejan de tener la última palabra sobre polémicas públicas derivadas de dictámenes científicos. Los hechos, según el planteamiento de Bruno Latour (1987), se construyen colectivamente; un hecho se estabiliza como resultado de un cúmulo de controversias.

Mediante los planteamientos de estos estudios y de este enfoque, la ciencia perdería su carácter dogmático e inamovible, y adquiriría un acusado carácter relativista (Collins y Pinch, 1993), polémico, que más tarde atacarían frontal y sarcásticamente autores como Sokal y Bricmont (1997), acusando a reputados filósofos, sociólogos y

<sup>8</sup> Cita tomada de internet, artículo sin paginar.

<sup>9</sup> Contrasta esta concepción con la propia del siglo XIX, por la que se consideraba a la ciencia como una auténtica ideología (Cortés García, 2006), como algo firme e incuestionable, como el gran espacio de certidumbre.

humanistas<sup>10</sup> de utilizar frívolamente conceptos procedentes de las ciencias duras, especialmente de la física.

Los estudios o el enfoque CTS se encuentran con un caldo de cultivo alimentado por las controversias surgidas en las décadas de los sesenta y setenta. Autores como Kuhn (1962), Feyerabend (1975) o Quine (1984) hicieron aflorar aportaciones muy novedosas acerca de la forma de hacer ciencia y de generar conocimiento científico. En este contexto, un grupo de sociólogos de la Universidad de Edimburgo se enfrenta a la asimetría en el tratamiento sociológico tradicional de la ciencia (Correa, 2012). Dicha asimetría guardaba relación con la tradicional consideración de que la generación de conocimiento científico no se ve influida por el orden social. A este planteamiento Eduardo Aibar lo ha denominado Sociología del Error<sup>11</sup> (Aibar, 2006). La reacción de los sociólogos de Edimburgo fue el establecimiento de unos acuerdos metodológicos y programáticos que dieron pie a lo que se vino a denominar como Programa Fuerte (Correa, 2012). El esfuerzo nivelador por buscar la simetría provocará un mayor estatus de lo social en el ámbito explicativo, eliminándose muchas concepciones dicotómicas que generaban problemas para entender la generación de conocimiento científico. *V. gr.:* conceptos tan arraigados y especializados como los de Naturaleza y Sociedad (Correa, 2012) desembocarán, según el planteamiento de Callon y Latour (1990), en constructos como la socionaturaleza.

El enfoque CTS es bidireccional, por lo que al ámbito académico en el que se circunscribe le interesa tanto los factores sociales que condicionan al desarrollo técnico-científico como las consecuencias sociales generadas por este. La vertiente europea, más academicista y basada en la filosofía clásica del conocimiento, fija el foco en el estudio de los condicionantes o antecedentes de la ciencia, en tanto que la norteamericana, mucho más militante, carga las tintas sobre las consecuencias socioambientales de la ciencia, descuidando el objetivo primordial de la perspectiva europea (Quintero, 2010).

#### POLOS DE LA TRADICIÓN CTC

<sup>10</sup> En las críticas aparecían, entre otros, intelectuales posmodernos de la talla de Baudrillard, Deleuze, Kristeva, Irigaray, Latour o Lacan.

<sup>11</sup> Citado por Correa (2012).

TRADICIÓN EUROPEA	TRADICIÓN AMERICANA
Institucionalización académica en Europa (en sus orígenes).	Institucionalización administrativa y académica en EE. UU. (en sus orígenes).
Énfasis en los factores sociales antecedentes.	Énfasis en las consecuencias sociales.
Atención a la ciencia y, secundariamente, a la tecnología.	Atención a la tecnología y, secundariamente, a la ciencia.
Carácter teórico y descriptivo.	Carácter práctico y valorativo.
Marco explicativo: ciencias sociales (sociología, psicología, antropología, etc.).	Marco evaluativo: ética, teoría de la educación, etc.

Fuente: AA. VV., 2001: 128.

Es un enfoque de carácter interdisciplinar que pone en cuestión la *hybris* científico-tecnológica, y sobre todo los planteamientos como los de Maxwell (1984) o los de Agazzi (1996), que solicitan una mayor separación entre la ciencia y la sociedad para que aquella cumpla con su objetivo de alcanzar la verdad y la ecuanimidad. El sistema ciencia-tecnología ya no es un ámbito autónomo, con reglas exclusivamente propias, sino un sistema sometido al escrutinio y al control de la sociedad y sus principios, intereses y valores.

Aunque con algunos precedentes claros, como es el caso del trabajo de 1935 de Ludwig Fleck<sup>12</sup>, *Génesis y desarrollo de un hecho científico* (Fleck, 1986), este enfoque surge de los nuevos movimientos sociales de raíz contestataria, así como de los movimientos

<sup>12</sup> Ludwig Fleck fue un médico y sociólogo polaco que tendría importantes influencias sobre la filosofía y la sociología de la ciencia. Criticó la concepción acumulativa de la ciencia y anticipó su carácter colectivo, el cual abordaremos en varios enfoques a lo largo del presente trabajo. Plantea un enfoque contextual del conocimiento científico, sobre el que influyen los valores de la sociedad. Introduce para ello el concepto de estilo de pensamiento, y que algunos han equiparado al concepto kuhniano de paradigma. Introduce también el concepto de «colectivo de pensamiento», que no es sino la comunidad científica incluyendo la estructura jerárquica de la sociedad.

contraculturales (Roszak<sup>13</sup>, 1970) que empezaron a surgir en las décadas de los sesenta y setenta del siglo pasado, especialmente los movimientos ecologistas y los letales efectos potenciales de la energía nuclear. Confluyeron una nueva sensibilidad social con una nueva forma de entender la investigación académica, y llegó a ponerse en tela de juicio los objetivos del sistema ciencia-tecnología que en esos momentos se estaban asociando a la producción de armamento, a las técnicas de control social, a la manipulación del mercado, al consumo de masas, etc. (Roszak, 1970).

La proliferación de publicaciones, como puede ser el caso de *Silent Spring* de Rachel Carson<sup>14</sup> (1962), relativa a la contaminación y los vertidos industriales, los accidentes nucleares, los productos tóxicos para la salud humana, también fueron creando el caldo de cultivo favorable para restarle privilegio al estatus del conocimiento científico y equipararlo a otras manifestaciones culturales. Reconocidos autores como Jacques Ellul<sup>15</sup> (1964) o Lewis Mumford (1970), Jerome Ravetz<sup>16</sup> (1979), y en otro sentido Charles P. Snow<sup>17</sup> (1964),

<sup>13</sup> Theodore Roszak (1933-2011), el gran teórico de la contracultura y profesor de la UCLA, comenzó a ser conocido a partir de su obra de finales de la década de los sesenta, *The Making of a Counter Culture*, una crónica de los movimientos contraculturales de Europa y Norteamérica en esos años.

<sup>14</sup> Rachel Carson (1907-1964), bióloga estadounidense, se dedicó a la divulgación y a la promoción de la moderna conciencia ambiental. Su obra más célebre es *Primavera silenciosa* (*Silent Spring*), en la que denuncia los efectos ambientales de los plaguicidas sintéticos, especialmente el DDT.

<sup>15</sup> Jacques Ellul (1912-1994), filósofo y sociólogo anarquista francés, introdujo una concepción pesimista hacia la tecnología y la sociedad tecnológica. Publicó diversos textos y libros centrados en la tecnología y en cómo esta difumina y borra el resto de dimensiones humanas, centrándose fundamentalmente en la eficiencia. Junto con Iván Illich, Jacques Ellul es considerado como uno de los padres del decrecimiento y del posdesarrollo.

<sup>16</sup> Original publicado en 1971.

<sup>17</sup> Charles Percy Snow (1905-1980) introduce el concepto de «las dos culturas» en una célebre conferencia dictada en Cambridge en 1959, en la que critica la incomunicación entre las ciencias y las humanidades, apostando por una visión más interdisciplinar que permita reducir los riesgos que para la sociedad puede generar esa incomunicación. En la primera mitad de los sesenta del siglo XX introduce el concepto de «la tercera cultura» que, a través de un planteamiento wilsoniano, permitía establecer puentes entre las ciencias y las humanidades (Snow, 1964), dos ámbitos cuya separación comenzarían a manifestarse a partir del siglo XVII.

también contribuyeron a sentar las bases de este enfoque a través de una revisión de las relaciones entre el sistema de ciencia y tecnología con la sociedad, y un mayor control de la ciencia por parte de la sociedad. Autores como Derek Johan de Solla Price, J. D. Bernal o el propio Snow plantearon dicho control como algo inaplazable.

Este enfoque rompe con la idea esencialista y neutralista de la ciencia clásica apoyada por la influencia de la filosofía positiva de las décadas de los veinte y los treinta, y por la sociología funcionalista predominante en buena parte del siglo XX (Quintero, 2010). Como otros enfoques que veremos aquí, se trata de uno de naturaleza contextualista e interdisciplinar. Presupone una mayor participación democrática y una visión colectiva de la producción de conocimiento científico. La ciencia no tiene esencia, substancia constitutiva de algo homogéneo (Ferreira, 2007); la ciencia es algo heterogéneo.

Los promotores del denominado «programa fuerte» de la sociología del conocimiento científico, David Bloor, Barry Barnes y Steve Shapin, de la Universidad de Edimburgo, fueron los que sentaron las bases de este enfoque. De hecho, el libro de David Bloor, *Knowledge and Social Imagery*, fue determinante para la configuración de este enfoque. Por su parte, el epicentro académico de estos estudios sobre ciencia y tecnología se localizará en las universidades de Harvard y Cornell, que recogían la propuesta de Merton acerca de la sociología del conocimiento científico (Jiménez, 2010).

En esta línea, David Bloor enuncia el denominado «programa fuerte» (Bloor, 1976) en relación con la sociología del conocimiento científico, estableciendo unos principios<sup>18</sup> que explicaran la esencia y las transformaciones que se estaban produciendo en el ámbito del conocimiento científico.

La ciencia clásica se consideraba neutral y autónoma, autopoietica y corporativa. El desarrollo de la ciencia básica desencadenaría el desarrollo tecnológico y, subsecuentemente, el desarrollo social. La financiación y el objeto de la investigación científica básica obedecían a criterios autónomos. La sociedad se pone en el centro de

---

<sup>18</sup> Los célebres principios de Bloor son: causalidad, imparcialidad, simetría y reflexividad.

la discusión, alimentando de criterios y valores tanto a la ciencia básica como a la ciencia aplicada. Mientras que la tecnología era considerada unilineal en el sistema tradicional de ciencia-tecnología, en el enfoque CTS es considerada multilineal.

También, uno de los propósitos de alcance del enfoque CTS es la alfabetización sobre ciencia y tecnología. Se considera que es imprescindible una mayor capacitación en el ámbito de la ciencia sobre el sistema ciencia-tecnología. Esto garantizará una mayor participación y, subsecuentemente, una mayor profundización de la democracia moderna.

En los años noventa se produce una avalancha de críticas contra los estudios CTS, calificándolos como irracionales, impuros, nada objetivos y escasamente rigurosos. Hablamos de las denominadas *Science Wars*. Estas críticas a los epígonos de la contracultura y de la ciencia posmoderna pretendían recuperar el *prestigio* y el papel hegemónico de la ciencia en la sociedad, situación a la que habían contribuido de forma inequívoca todo un conjunto de reputados filósofos que abarcaba desde la figura de Karl Popper o Thomas Kuhn, hasta la de Paul Feyerabend, pasando por los casos de Hanson, Toulmin o Quine. La oposición a los estudios CTS del célebre filósofo argentino Mario Bunge es uno de los ejemplos más emblemáticos, y a los que acusa de «charlatanes académicos». En la práctica pretendía volver a los mitos de la ciencia positiva que planteaba Daniel Sarewitz (1996):

- El mito del beneficio infinito: más ciencia y más tecnología generarán mayor bienestar público.
- El mito de la libre investigación: es posible cualquier línea de investigación, científicamente razonable, para producir beneficios sociales.
- El mito de la responsabilidad (rendición de cuentas): el sistema de revisión por pares, la reproducibilidad de los resultados y otros controles expresan las principales responsabilidades éticas del sistema de investigación.

- El mito de la autoridad: la información científica ofrece una base objetiva para la resolución de disputas políticas.
- El mito de las fronteras sin límites: el nuevo conocimiento generado en la frontera de la ciencia es independiente de las consecuencias morales y prácticas producidas en la sociedad<sup>19</sup>.

Según Sarewitz, estos mitos, que son la esencia de la racionalidad y las prácticas científicas tradicionales y positivistas, se basan más en los intereses de la comunidad científica que en los intereses de la sociedad.

#### 4.4. *La producción de conocimiento Modo 2*

Dos publicaciones definen el marco de este enfoque. Una, de 1994, elaborada por Gibbons, Limoges, Nowotny, Schwartzman, Scott y Trow, titulada *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies* (Gibbons *et al.*, 1994), y otra, de 2001, elaborada por Nowotny, Scott y Gibbons, titulada *Re-Thinking Science, Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty* (Nowotny; Scott y Gibbons, M., 2001). La segunda obra tenía como objetivo introducir nuevos matices que permitieran contrarrestar las críticas de la primera, sobre todo en su punto más débil: la ambigüedad a la hora de concretar este enfoque.

Como advierten sus ideadores, el Modo 2 comporta una visión aperturista y flexible de la ciencia al contemplar nuevas formas de producir conocimiento, nuevos agentes que lo propician y nuevas instituciones en donde se genera. El conocimiento fundamental se produce en un contexto de aplicación/uso mediante una fórmula distribuida por la que llega a una pluralidad de agentes desde una perspectiva de la transversalidad y transdisciplinariedad. Este mayor número de agentes que contribuyen a la generación del conocimiento propicia un mayor control por la calidad de este, es decir, se produce un mayor control distribuido de la calidad. Igualmente, este planteamiento desemboca en mayores y más densos flujos de

---

<sup>19</sup> Tomado de Jiménez y Rojo (2008).

información científico-tecnológico, haciendo mucho más complejo el sistema ciencia-tecnología. Pero también hay un mayor flujo bidireccional entre lo teórico y lo aplicado propiciando un movimiento virtuoso-circular por el que los resultados de la aplicación estimulan el desarrollo teórico.

Se trata de un enfoque de desarrollo de conocimiento que rompe con las estructuras disciplinares de la ciencia definidas en la Francia del siglo XIX. Los márgenes disciplinarios adquieren relevancia en el desarrollo de conocimiento científico-tecnológico, y el conocimiento tiene que afrontar la problematicidad, realidad que desemboca necesariamente en la transdisciplinariedad. Los procesos de legitimación del conocimiento no se llevan a cabo exclusivamente por especialistas. Las redes de financiación del conocimiento condicionan de forma definitiva su legitimación. Las empresas adquieren un papel fundamental en la generación de conocimiento aplicado, es decir, se convierte en un agente capital para comprender el sistema ciencia-tecnología actual.

En el enfoque Modo 2, según sus promulgadores, existe una prevalencia del conocimiento tácito sobre el conocimiento expreso o propietario (patentes, modelos de utilidad, etc.). Este planteamiento está implícito en el enfoque de transdisciplinariedad, que no es sino una vuelta al principio cartesiano de unidad del conocimiento y de la ciencia y que hoy es un sueño para alguna disciplina como la física (Weinberg, 1993), pero también encierra el sueño de comunidad científica. La transdisciplinariedad es la respuesta a múltiples problemas que la disciplinariedad del Modo 1 no ha podido resolver.

El enfoque Modo 2 surge de forma dicotómica enfrentándose al Modo 1. Tal y como argumentan sus autores, el Modo 2 es un modelo contextual, interdisciplinar y orientado a problemas; en tanto que el Modo 1 es esencialmente autorreferencial, disciplinar y orientado a la comunidad científica. El Modo 2 no halla su institucionalización privada en las estructuras universitarias (Casas, 2004). Es un modelo contextual frente al Modo 1, que es autorreferencial. Es validado socialmente, mientras que el formato de validación del Modo 2 se basa en el sistema de pares. Intervienen otros factores distintos a los

estrictamente científicos, tales como los económicos, los sociales o los políticos. Aparecen nuevas preguntas que deben plantearse los investigadores. Prima la utilidad frente a los objetivos científicos, y el conocimiento es producido a través de una constante negociación e iteración participativa en el que muchos agentes quieren intervenir en los resultados de la investigación. En este sentido es un conocimiento socialmente distribuido a través del conjunto de la sociedad y no solamente en el ámbito de las publicaciones científicas.

CARACTERÍSTICAS DEL MODO 1 Y MODO 2  
DE PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO

MODO 1 MODELO LINEAL	MODO 2 MODELO NO LINEAL
Problemas definidos en el ámbito académico.	Se produce en un contexto de aplicación.
Es disciplinario.	Es transdisciplinario.
Formas de organización regidas por las normas de la ciencia.	Es heterogéneo y se da en formas de organización diversas.
No es responsable socialmente.	Es responsable socialmente y reflexivo (valores e intereses de otros grupos).
Se transmite en formas de publicación académica. Validado y evaluado por la comunidad de especialistas.	Control de calidad (dimensiones cognitivas, sociales, económicas, ambientales y políticas).

Fuente: Gibbons *et al.* (1994), citado por Casas (2004).

Loet Leydesdorff (1997), haciendo referencia al sistema de producción científica Modo 2 de la ciencia, habla de ciencias transdisciplinares como la biotecnología o la inteligencia artificial (Leydesdorff, 1997), que tienen difícil encaje en la división académica tradicional e implican a diferentes disciplinas académicas convencionales.

TABLA 3. COMPARATIVA ENTRE EL MODO 1 Y EL MODO 2

	MODO 1	MODO 2
Quiénes generan conocimiento.	Academia: los investigadores.	Diferentes actores sociales.
Qué se decide abordar.	Problemas de ámbito académico.	Necesidades de las comunidades sociales.
	Análisis teórico.	
Cómo se genera conocimiento.	Modo lineal.	Investigación aplicada.
	Método científico.	También criterios no académicos.
		Diferentes metodologías.
Dónde se genera.	Universidades y centros de investigación.	Contexto de aplicación en contacto directo con los actores sociales.
Cómo se organiza el trabajo.	Rigen las normas de la ciencia.	Heterogéneo, no jerárquico.
	En las estructuras universitarias.	Formas de organización diversas.
	Jerárquico, vertical, universal, fijo.	
Organización disciplinar.	Unidisciplinar o interdisciplinar.	Transdisciplinar.
		Multisectorial
Resultados y beneficiarios.	Publicaciones, congresos, seminarios, docencia, tesis.	Aplicación práctica: resolución de problemas.
	Audiencias académicas.	Ofrecer alternativas.
	Relaciones verticales y unidireccionales	Difusión horizontal y multidireccional.
Control de calidad.	Criterios científicos.	Dimensiones sociales, económicas, ambientales, políticas.

	MODO 1	MODO 2
	Propias comunidades y métodos.	Impacto en formas de organización y prácticas productivas.
		Constante seguimiento.
		Evaluación de resultados.
Relaciones con el entorno.	Transferencia unidireccional de tecnología.	Vinculación social.
		Transferencia interactiva de conocimientos (no solo técnicos).
		Intercambio horizontal.
		Redes sociales.

Fuente: Jiménez-Buedo y Ramos, 2009.

#### 4.5. *La ciencia posacadémica*

El concepto de ciencia posacadémica se lo debemos a John Ziman; y el marco teórico, al igual que ocurría con el Modo 2, lo podemos encontrar en dos publicaciones clave: *Prometeus Bound: Science in a Dynamic Steady State* y *Real Science: What it is, and What it Means*, de 1994 (Ziman, 1994) y 2000 (Ziman, 2000) respectivamente. Este concepto tiene una clara concomitancia con el concepto de Modo 2.

Ziman consideraba que, por contraposición a la situación posterior a la Segunda Guerra Mundial, los recursos de la ciencia son hoy mucho más limitados y deben focalizarse a temas que son de interés para nuestras sociedades. La competencia por la consecución de fondos ha hecho que la ciencia sea más dinámica, heterónoma y se abra al conjunto de la sociedad. La ciencia posacadémica mira a lo sociológico y adopta una visión de responsabilidad social,

sometiéndose sistemáticamente al escrutinio de los diferentes agentes sociales.

Según Ziman la ciencia se hace más colectiva, en el sentido en que los investigadores tienen menos oportunidades de elegir los temas científicos. En el fondo, Ziman se rebela contra las tesis y el *ethos* mertoniano (Merton, 1973), introducidos en 1942, sobre la ciencia académica, simplificadas en el acrónimo en inglés CUDOS (Comunalismo, Universalismo, Desinterés, Originalidad y Escepticismo). Según Merton, estas reglas o código ético serían la precondition para que se produzca el progreso científico. De hecho, hasta la ruptura de los planteamientos de Kuhn, el esquema prevaleciente en la sociología de la ciencia era el de Merton<sup>20</sup>, un enfoque institucional, normativista y funcionalista que no ponía en cuestión los planteamientos positivistas vigentes (Ferreira, 2007). La lectura de aquel supuso empezar a considerar a la ciencia como un producto social.

CIENCIA ACADÉMICA VS. CIENCIA POSACADÉMICA

CIENCIA ACADÉMICA	CIENCIA POSACADÉMICA
Comunalismo	Apropiación privada
Universalismo	Local
Desinterés	Administrada
Originalidad	Comisionada
Escepticismo organizado	Experto solucionador de problemas

Fuente: Charum (2002: 184).

<sup>20</sup> Robert Merton (1910-2003) es el máximo representante de la sociología de la ciencia clásica en los años treinta y cuarenta del siglo XX. Mediante la premisa clásica de la sociología de la ciencia, las ciencias deben mantener su autonomía frente a intereses derivados de la trama social. Mediante el prisma mertoniano, se mantienen separados los contextos de *descubrimiento* (vinculado a la psicología y a la sociología) y de *justificación* (vinculado a la teoría del conocimiento) que anticipara Hans Reichenbach (1938) en el marco de relaciones entre la psicología y la epistemología (Klimovsky, 1994, incorpora un tercer contexto, el *contexto de aplicación*, para referirse a las aplicaciones del conocimiento científico y su utilidad), y no se tiene en cuenta el valor epistemológico del contexto científico, por lo cual los contenidos de la ciencia, su «caja negra» (Woolgar, 1992), no son accesibles al análisis sociológico.

La ciencia posacadémica se encuentra con vectores, orientaciones y limitaciones que condicionan seriamente a la ciencia tradicional y que se están manifestando con rotundidad en los últimos tiempos. Ziman se refiere a aspectos como las redes globales, la financiación del conocimiento y de la ciencia, los programas orientados, el liderazgo académico, los derechos de propiedad intelectual, etc. Unos aspectos que modifican profunda e irreparablemente la forma de generar conocimiento por parte de la ciencia académica que surge a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX (Cortés, 2006).

A estos nuevos determinantes la ciencia se adapta de forma relativamente rápida debido a su carácter autopoiético y autoorganizativo (Casas, 2004: 265). Ziman plantea que aunque la ciencia posacadémica comparte muchos elementos y objetivos con la académica, sí es cierto que hay importantes cambios en el paradigma como para hablar de un nuevo concepto y una nueva fórmula teórica de generar conocimiento mucho más contextual/sociológica que la anterior. La influencia de la ética, y por tanto del entorno social, sobre la ciencia es cada vez mayor. El imperativo tecnológico o concepción tradicional de que todo lo que puede ser debe ser se quiebra en las últimas décadas. Se cuestiona el determinismo científico-tecnológico y se plantea, siempre con el presupuesto del principio de precaución, que todas las derivas científico-tecnológicas no son socialmente admisibles. Se cuestiona la necesaria objetividad de la ciencia, de la ciencia académica convencional. Los propios condicionantes éticos limitan las posibilidades de financiación de los proyectos científicos. La ciencia es una institución más en competencia (Ziman, 2003), y tiene que competir con otros criterios de validación.

Por otro lado, la ciencia se ha hecho ubicua en la sociedad, y en cada esquina está su público objetivo (Ziman, 2003). Está en el consumo, en la salud, en la defensa, en la educación. No hay ningún ámbito de la acción humana que no esté mediado por la tecnociencia. Y, sin lugar a dudas, la ciencia nos induce visiones y representaciones del mundo muy determinadas. De hecho, Ziman advierte que, cegados por los desarrollos tecnocientíficos, se obvian otra serie de funciones sociales de la ciencia o beneficios públicos

«como instructivas imágenes del mundo, actitudes racionales críticas y fiables, o estudios independientes» (Ziman, 2003).

Algunos elementos de la ciencia posacadémica ya existían de forma embrionaria en el nacimiento de la ciencia académica contemporánea vinculado con la École Polytechnique y con el nacimiento de la sociología (Cortés, 2006). Hablo de procesos como la burocratización o la industrialización de la ciencia, de su colectivización, de la política científica, etc. Prácticamente todos los elementos que Ziman atribuye a la ciencia poscientífica ya se localizaban embrionariamente en la euforia politécnica (Cortés, 2006). «En este marco, aclara Rosalba Casas (2004), el trabajo en equipo, las redes y otras formas de colaboración entre investigadores especialistas no son meros desvíos por el gusto de la comunicación electrónica instantánea y global. Son el resultado de las consecuencias sociales de la acumulación de conocimiento y técnicas». La ciencia posacadémica, por contraposición a la ciencia académica individualista y disciplinar, se socializa y se colectiviza, se transdisciplinariza. Y la solución a problemas prácticos nace en la frontera difusa de diversas disciplinas que anteriormente estaban bien separadas. El abuso de la separación disciplinaria ha desembocado a efectos prácticos en la politecnia y en la interdisciplinariedad. «Se requiere de un gran esfuerzo colectivo, de involucrar arreglos sociales elaborados para establecer equipos de investigación multidisciplinaria que coordinen sus esfuerzos y combinen sus hallazgos» (Casas, 2004: 265).

Las empresas y la industria, los gobiernos y las administraciones, los *lobbies*, etc., inciden en la producción del conocimiento científico orientándolo hacia la utilidad/interés práctico, obligando a una orientación hacia la responsabilidad social de la ciencia.

No obstante, la evolución de la ciencia académica a la posacadémica no está exenta de conflictos y de transiciones tensas. La ciencia se hace más colectiva y más cara, por lo que hay una lucha constante para la consecución de la financiación. En la ciencia posacadémica prima la financiación por proyectos, y no tanto la financiación genérica o global que se aportaba a determinadas instituciones

científicas y universidades. Además, los nuevos elementos cognitivos han cambiado sustancialmente.

La aparición de grandes redes de intercambio de información ha hecho más colectiva la labor de la ciencia y más presente la necesidad de compartir información para la consecución de resultados interesantes. Derek J. de Solla Price (1961, 1963) ideó el concepto de *cienciometría*, o *ciencia de la ciencia*, como disciplina que se ocuparía de identificar las regularidades que rigen la generación de actividad científica, considerando que la generación de redes y la nueva dinámica científica provocarían crecimientos imposibles/exponenciales de personas e instituciones que se dedicarían a la ciencia. En 1963, Solla Price (1963) advertía que el número de publicaciones científicas se duplicaba cada 15 años, y que entre el 80 y el 90 por ciento de los científicos que han existido en la historia están vivos. Esta fuerte presencia del ámbito científico en la sociedad pone de manifiesto sus influencias mutuas. Las redes científicas van más allá de las redes universitarias, impregnan las redes sociales.

#### 4.6. *La ciencia posnormal*

El nuevo relativismo científico que introducen epistemólogos como Kuhn (1962), Popper (1934) o Feyerabend (1975) rompe con la concepción ideológica de la ciencia del siglo XIX, con el orden metodológico (Feyerabend), con la *infalibilidad* de la investigación científica (Popper) y con la certeza acumulativa de la ciencia (Kuhn). En este entorno intelectual, Funtowicz y Ravetz (1990) introducen una nueva concepción sobre la ciencia que tiene una clara base en la teoría ética y social habermasiana, en la teoría de los *stakeholders* y en el concepto de gobernanza contemporáneo.

Introducen el concepto de ciencia posnormal<sup>21</sup> (2000), caracterizada por la urgencia, la incertidumbre y por los conflictos de valores.

---

<sup>21</sup> El concepto de *ciencia posnormal* se origina por contraposición al concepto de *ciencia normal* planteado por Kuhn (1962), pero no se puede identificar con el concepto transitorio de *ciencia revolucionaria*, también introducido por Kuhn. El concepto de *ciencia posnormal* implica más estabilidad que el concepto de *ciencia revolucionaria* o *extraordinaria*.

«Hay urgencia en decidir qué hacer, hay incertidumbre respecto de los efectos de los cultivos transgénicos sobre el ambiente natural y sobre la salud humana» (Martínez, 2000). La ciencia posnormal que proponen Funtowicz y Ravetz «no es una ciencia elitista, por encima de la gente; no es tampoco bienintencionada ciencia para el pueblo. Es, de hecho, ciencia con la gente» (Martínez, 2000).

La ciencia posnormal surge ante la ineficiencia de la ciencia aplicada convencional como institución experta para decidir acerca de determinados aspectos ambientales como la diversidad, la energía nuclear, los transgénicos, etc. Nos enfrentamos a problemas urgentes con una gran incertidumbre; y, ante la imposibilidad de la ciencia de dar respuestas definitivas, el planteamiento de la ciencia posnormal reconoce que existen diversos métodos de producir conocimiento (Jiménez-Buedo y Ramos, 2009), sobre todo ante planteamientos de transdisciplinariedad, transnacionalidad, transversalidad y transgeneracionalidad. Es decir, la ciencia tiene importantes limitaciones cuando un tema, como es el caso del medio ambiente, afecta a varias disciplinas científicas, a varios países, a varios ámbitos temáticos y/o a varias generaciones. Por tanto, hay que tomar decisiones cuando no hay planteamientos concluyentes por parte del sistema de ciencia-tecnología, que no nos puede garantizar que su crecimiento mitiga la incertidumbre. Pero también hay que tomar decisiones cuando existen valores compitiendo y cuando no se conoce el impacto potencial de las decisiones.

La ciencia posnormal nos indica un estado en el que el conocimiento científico tiene que dar respuesta a una gran incertidumbre, estando en liza valores sociales y ambientales muy dispares. El aumento del grado de riesgo en las decisiones y de la incertidumbre de los sistemas nos llevaría desde la ciencia aplicada a la ciencia posnormal, pasando por la consultoría profesional. Como advierten Jiménez-Buedo y Ramos, «la ciencia posnormal implica investigación en la intersección entre ciencia y política donde las incertidumbres y la carga valorativa son cruciales» (Jiménez-Buedo y Ramos, 2009), y dependiendo del contexto variará el peso del enfoque político en la decisión final y el grado de rendición de cuentas de la ciencia a la

política. La participación de los «interesados legítimos» en la toma de decisiones puede adoptar formatos muy dispares de comunidades ampliadas (Del Moral y Pedregal, 2002): foros ciudadanos, grupos de discusión, talleres, etc.

El nuevo paradigma de la ciencia posnormal pretende ampliar la base decisional de los pares científicos al conjunto de *stakeholders* o grupos de interés afectados por las decisiones: tecnólogos, consultores, asociaciones, políticos, economistas, etc. Se refieren a la «comunidad de pares extendida» (Funtowicz y Ravetz, 2000), una comunidad ampliada de evaluadores que, como decimos, está formada por todos los apostantes, por todos los *stakeholders* y que debe evaluar nuevos problemas o fenómenos científico-tecnológicos como el cambio climático, la ingeniería genética, etc. «El modelo para la argumentación científica ya no es la deducción formalizada sino el diálogo interactivo» (Funtowicz y Ravetz, 2000). El debate científico debe traspasar los límites de la comunidad científica convencional y entrar en un proceso dialógico mucho más profundo con el conjunto de la sociedad, marcado por la ignorancia *fundamental* y una gran incertidumbre, así como por el reconocimiento de una complejidad (social y ambiental) insalvable. Este paradigma científico ha desembocado en nuevas ciencias que han asumido su revolución epistemológica. El ejemplo más evidente es la economía ecológica.

Para la ciencia posnormal «el científico es un ciudadano como cualquier otro» (Funtowicz y Ravetz, 2000). Indiscutiblemente tiene un conocimiento de un gran valor, pero que debe ser contrastado por otros interlocutores que han de participar sin complejos en el debate público. En este sentido, el progresivo camino de la ciencia convencional se ve interceptado por grandes incertidumbres de las que esta es incapaz de dar cuenta de forma definitiva. Hablamos de incertidumbres de carácter epistemológico o ético (Funtowicz y Ravetz, 2000). Ante esto, se debe producir una clara conciliación entre la argumentación epistémica y la argumentación doxográfica que realizan los políticos y otros grupos de referencia en la toma de decisiones en una sociedad. La ciencia posnormal es la consecuencia lógica de la asunción por parte de la comunidad científica y por el

conjunto de la sociedad del principio de precaución como principio epistemológico.

El planteamiento epistemológico que plantea la ciencia posnormal no es un planteamiento relativista, indeterminista, contextual, interdisciplinar, no lineal o socioconstructivista como el que fue objeto de burla y saña por parte de Alan Sokal (1996) en su célebre artículo en la revista *Social Text*. No hablamos, en definitiva, de la *contaminación social* de la ciencia a través de los estudios culturales o del debate público ingenuo, que por otra parte es legítimo en un contexto decisonal democrático. Ni tampoco se corresponde con el giro de la izquierda desde la ansiada y garantista objetividad científica a posiciones más subjetivistas y oscurantistas propiciadas por el pensamiento de la posmodernidad (Gross y Levitt, 1994).

El planteamiento que encierra la ciencia posnormal, por el contrario, se corresponde con la insuficiencia actual de la ciencia para crear un marco de objetividad válido para la toma de decisiones en el ámbito ético, económico, político o social por su neta dependencia de la tecnología, así como por su clara dependencia de los intereses económicos (empresas transnacionales) y políticos espurios (gobiernos sometidos a intereses particulares). Y así lo pone de manifiesto Eduardo Sevilla (2006):

Aunque la ciencia como epistemología sea «el manejo del riesgo a no equivocarnos», en su condición de estructura social (es decir, como sistema social de ciencia) se encuentra sometida a un proceso de privatización que, en no pocos casos, está justificando la articulación emergente entre el neoliberalismo y la globalización, que interpreta el funcionamiento de la economía y la sociedad bajo una sola lógica, la de producir y consumir mediante el estilo de vida impuesto por «los valores occidentales», sin capacidad de asimilar otro tipo de valores; es decir, sin aceptar la biodiversidad cultural del planeta. El sistema de ciencia se ve sometido en la actualidad a un conjunto de presiones de muy diversa naturaleza —control privado de la investigación a través de la financiación, cooptación privada de la estructura del poder académico, contexto de las políticas públicas privatizadoras, control de los medios de comunicación y seguridad en el trabajo, entre otros—, que influyen coactivamente en la disolución del compromiso de

los investigadores con los oprimidos y excluidos, en no pocos casos, la existencia de una ética social.

En este sentido, la ciencia, ante los riesgos *solecistas* y solipsistas que en la actualidad se hacen evidentes, tiene que asumir el proceso dialógico con el resto de *stakeholders*. Y hacerlo no como un fórmula de negociación de la verdad (por otra parte, no hay que olvidar que la ciencia ha transformado en muchos aspectos la *verdad objetiva* en *verdad estratégica*, es decir, en verdad negociada), sino como un instrumento epistemológico para construir una nueva gobernanza en la presente etapa de incertidumbre ambiental que ponga en cuarentena el concepto de productividad y el plantamiento de sustitución *ad infinitum* de los procesos ambientales por capital económico-financiero. Se trata de trasladar el genuino proceso dialógico que es inherente al avance científico (Sevilla, 2006) y a la propia existencia de una comunidad científica, al conjunto de la sociedad; pero, también, de someter al control social los avances científicos y tecnológicos que tienen su origen en la ciencia.

En definitiva, no estamos hablando de caer en el *todo vale* epistemológico o en el anarquismo científico de raíz anticartesiana. Ni tampoco en la incorporación de elementos espurios a la objetividad científica a través de las imprecisiones doxográficas de otros *stakeholders*. Se trata de sentar las bases epistemológicas de la sostenibilidad, que la ciencia, por sí misma, es incapaz de materializar.

#### 4.7. La ciencia reguladora

Los años setenta fueron años críticos para la evolución de las relaciones entre la ciencia, por un lado, y la sociedad, las administraciones y opinión públicas por otro. En estos años, a través de los nuevos movimientos sociales y el reciente *activismo*, se empiezan a cuestionar «parte de las promesas y presupuestos que comprende el contrato social de la ciencia» (Eizaguirre, 2009), exigiéndose cada vez más medidas reguladoras desde los distintos movimientos sociales y desde el activismo. Adquieren una especial relevancia entonces las *cuestiones transcientíficas* de las que habla Weinberg (1972) y que

están relacionadas con la evaluación de probabilidades de fenómenos infrecuentes, el traslado de los modelos a la escala real y la elección de los problemas a los que debería hacer frente la ciencia. La aparición de estos asuntos transcientíficos nos obliga a reflexionar sobre la ampliación de la base de consenso y de interlocutores de la ciencia, que se amplía sensiblemente más allá de la comunidad científica.

Como decimos, la sociedad civil comienza a preocuparse seriamente de los efectos de la ciencia y de su promesa positiva acerca del progreso constante e indefinido, especialmente en lo relacionado con la salud humana y con la preservación del medio ambiente. La ciencia, aliada con la tecnología, tiene un gran potencial, pero tanto para avanzar en el conocimiento como para introducir un poder de devastación insólito. El concepto de *confianza*, en detrimento del de *conocimiento*, pasa a un primer plano (Eizaguirre, 2009), y se empieza a concebir a la ciencia, además de como el principal vector de desarrollo de la tecnología, como un instrumento de evaluación y de regulación que permite limitar su alcance en sus aspectos negativos y proteger bienes sociales y ambientales que son considerados fundamentales. En definitiva, la ciencia reguladora se concibe desde una perspectiva de resolución de conflictos entre el sistema ciencia-tecnología y la sociedad, si bien no es autosuficiente ni constituye el único marco limitador del avance científico-tecnológico.

Ante este inédito panorama, la actividad científica, recientemente, se ve obligada a regular los riesgos que puede generar. Este es el concepto *science for policy*, ciencia para la regulación o ciencia reguladora (*regulatory science*) (Jasanoff, 1995). Esta ciencia reguladora parte del principio de que la tecnociencia de la era industrial sí permitía vaticinar los riesgos que conllevaba. Pero en las últimas décadas la ciencia se ha hecho más controvertible: más segura pero más opinable al introducir parámetros extracientíficos y extraepistémicos. Ante la necesidad de tomar decisiones y actuar de forma rápida, la ciencia reguladora facilita la toma de decisiones políticas admitiendo amplias zonas de incertidumbre. Los denominados *Short Term Test* (STT) hacen referencia precisamente a los procedimientos

sumarios de la ciencia reguladora precisamente por tener presente la importancia del tiempo y de los costes de verificación.

## CIENCIA ACADÉMICA VS. CIENCIA REGULADORA

	CIENCIA ACADÉMICA	CIENCIA REGULADORA
Metas	«Verdades» originales y significativas.	«Verdades» para la formulación de políticas.
Instituciones	Universidades, organismos públicos de investigación.	Agencias gubernamentales, industrias.
Productos	Artículos científicos.	Informes y análisis de datos que a menudo se publican.
Incentivos	Reconocimiento profesional.	Conformidad con los requisitos legales.
Plazos temporales	Flexibilidad.	Plazos reglamentados, presiones institucionales.
Opciones	Aceptar la evidencia Rechazar la evidencia Esperar por más o mejores datos.	Aceptar la evidencia Rechazar la evidencia.
Instituciones de control	Pares profesionales.	Instituciones legisladoras. Tribunales. Medios de comunicación.
Procedimientos	Revisión por pares, formal o informal.	Auditorías. Revisión reguladora profesional. Revisión judicial. Vigilancia legislativa.
Estándares	Ausencia de fraude y falsedad. Conformidad con los métodos aceptados por pares científicos. Significatividad estadística.	Ausencia de fraude y falsedad. Conformidad con los protocolos aprobados y con las directrices de la agencia institucional. Pruebas legales de suficiencia (e.g., evidencia sustancial, preponderancia de la evidencia).

Fuente: AA. VV., 2001.

El paradigma de ciencia reguladora obliga a la presencia de mayores limitaciones legales para la actividad científica y sus aplicaciones tecnológicas y comerciales. La ciencia tarda en buscar evidencias, en tanto que las decisiones en el ámbito social deben ser más expeditivas, de ahí que la sociedad debe ponderar a su criterio las distintas evidencias que aporta la actividad científica, y cuyos efectos tardarían muchos años en ser verificados. La sociedad tiene que identificar los riesgos según los mecanismos de participación y los flujos de comunicación entre los sistemas expertos y el gran público. Pero además debe decidir qué riesgos quiere tolerar, qué riesgos está dispuesta a asumir, o, simplemente, con qué riesgos quiere convivir. La ciencia reguladora contribuye a la definición de las políticas públicas (Jasanoff, 1990), y parte de la premisa de que los objetivos epistémicos son cambiantes (Laudan, 1984).

Por contraposición a la producción científica estándar, la ciencia reguladora genera datos para la toma de decisiones en el ámbito regulatorio cuando la información existente es contradictoria. En el paradigma de ciencia reguladora se incluyen valores prácticos ya que el tiempo juega un papel esencial, por lo que los errores asociados a falsos positivos y falsos negativos se pueden dar, algo que la ciencia tradicional intenta minimizar (Todt *et al.*, 2010). Por decirlo de algún modo, la ciencia reguladora reduce los estándares habituales de la ciencia convencional sacrificando resultados epistémicos a favor de potenciales costes económicos, costes para la salud, etc. La ciencia reguladora permite adoptar «una decisión reguladora en un espacio de tiempo razonablemente corto» (Todt *et al.*, 2010: 48).

Se trata de una ciencia con claras renunciaciones epistémicas que se ocupa del estudio del riesgo (López, 2007), con estándares más difusos, más inconsistentes y menos exigentes que en la ciencia académica tradicional, y, en consecuencia, con una clara subdeterminación empírica. Frente a la ciencia académica tradicional, residente en las universidades, la ciencia reguladora es la ciencia de la industria y de las agencias gubernamentales (*v. gr.*: Environmental Protection Agency), y está sujeta a la presión de los distintos *stakeholders* o grupos de interés (López, 2007).

Los elementos diferenciadores de la ciencia reguladora son fundamentalmente la especial relevancia social de sus conclusiones, el alto grado de infradeterminación empírica y la importancia del tiempo (Todt *et al.*, 2010). La expresión «ciencia reguladora» se asociaría con «el tipo de actividad que realizan los científicos cuando asesoran a los responsables políticos» (Rodríguez, 2004) sobre la toxicidad de determinadas sustancias, sobre el impacto de determinados alimentos sobre la salud humana, etc.

El crecimiento de la ciencia reguladora está teniendo un comportamiento exponencial en los últimos años, y es en Estados Unidos donde mayor producción científica de ciencia reguladora se está produciendo (Rodríguez, 2004).

## 5. LA AUTORREFERENCIALIDAD DE LA TECNOCENCIA

DESDE HACE SIGLOS las imbricaciones entre la ciencia y la tecnología se han ido acumulando de forma paulatina, creciendo de forma sustancial en el siglo XIX. En la actualidad, las relaciones entre estos dos ámbitos se han hecho tan intensas que se ha producido un salto cualitativo que está suponiendo importantes cambios en el mundo de la vida.

En efecto, la ciencia y la tecnología «ya han llegado a un punto tal de fusión que ha dado lugar a un fenómeno unitario al que ya es usual llamar *tecnociencia*. Esto, por lo demás, refleja el hecho (...) de que ahora ya las propias ciencias naturales no se ocupan de la naturaleza sino en medida muy débil e indirecta» (Agazzi, 2011). El progreso científico se ha hecho dependiente del progreso tecnológico, y un importante ámbito de la ciencia se ocupa exclusivamente, como objeto científico, de sistemas artificiales, es decir, de la tecnología. Como advierte Agazzi (2011), se puede caracterizar a la tecnología como ciencia aplicada.

El espacio tecnológico se ha convertido en un ecosistema para el hombre, y la tecnología sustituye el fin *inicial* de adaptación a la naturaleza por el fin *definitivo* de sustitución de la misma (Agazzi, 2011). «El universo tecnológico contemporáneo, continúa Agazzi, ya ha desbordado ampliamente los confines de la industrialización (si bien habiéndola incorporado). La tecnología ya ha invadido todos los sectores de la vida actual» (Agazzi, 2011), del mundo de la vida.

Llegados a este nivel de sustitución paulatina de la naturaleza por la tecnología, el ámbito tecnológico, o tecnocientífico, tiende a la autorregulación (Ellul, 1977), a la autorreferencialidad.

Según los planteamientos de Evandro Agazzi (2011), el sistema tecnológico, y por extensión el tecnocientífico, en nuestros días acentúa su tendencia a adquirir las siguientes características:

- Autonomía;
- Autocrecimiento (tendencia a expandirse ilimitadamente);
- No neutralidad;
- Insensibilidad respecto de los fines;
- Resistencia intrínseca al cambio contracorriente;
- E invulnerabilidad.

Estas características sobrevenidas en el sistema tecnocientífico, próximas a los conceptos de fatalidad (Ellul), determinismo sociológico (Agazzi) e ineluctabilidad, reducen los mecanismos de control y orientación del mismo, propiciando la invasión y el dominio del resto de los ámbitos o sistemas, por utilizar la terminología de la teoría de sistemas que adopta Agazzi para diagnosticar y plantear soluciones al problema. La capacidad de reacción del hombre sobre el sistema tecnocientífico ya es muy limitada según los patrones epistemológicos, éticos y de gobernanza actuales. Los procesos de adaptación son más intensos en la dirección del hombre hacia la tecnología que en la dirección inversa. La obsolescencia, unida a la obsolescencia programada (avance ilimitado de la tecnociencia unido a los planteamientos de *marketing* de las empresas), condicionan de forma importante el comportamiento del hombre actual. La tecnociencia impone el criterio de admisibilidad. El sistema tecnocientífico deja de ser neutral (Agazzi, 2011) según se concebía tradicionalmente, por lo que tiene «intereses propios, motivaciones, concepciones del mundo, ideologías, finalidades, reglas de conducta humana y estructuras de comportamiento y de convivencia». En este sentido, se ha roto abiertamente con el concepto de *disponibilidad* de la tecnología por parte del hombre.

El planteamiento que hace Agazzi para contrarrestar las acciones del sistema tecnocientífico es el propio de la teoría de sistemas. La tecnociencia es un sistema en el que, como hemos dicho, es difícil

desligar la ciencia de la tecnología. En cuanto sistema no es un sistema global, por lo que «(s)olamente haciendo referencia a *otros sistemas*, por tanto, se puede emprender una valoración y hacer prospectivas de una orientación y un control, sin caer nunca, sin embargo, en la ilusión de que se trate tan solo de un ‘instrumento’: en cuanto sistema, posee una propia identidad y autonomía, interactúa con los otros sistemas, tiene la tendencia a imponerse y fagocitar, pero que no puede tampoco sustraerse a los influjos que provienen del exterior, de su ‘ambiente’» (Agazzi, 2011). En este sentido, Agazzi aboga por que los referentes externos (éticos, políticos, sociales, intelectuales o espirituales) sean lo suficientemente fuertes.



## 6. EPISTEMOLOGÍA DE LA TRANSDISCIPLINARIEDAD: DUDA, INTERACCIÓN, PROBLEMATICIDAD Y PARTICIPACIÓN

EL CONCEPTO DE TRANSDISCIPLINARIEDAD empieza a adquirir carta de naturaleza en los años setenta asociado a figuras clave como Jean Piaget, Erich Jantsch y André Lichnerowicz (Apostel *et al.*, 1972). Todos ellos, de forma casi simultánea, hacen una reflexión en torno al concepto y a la problematicidad que conlleva la especialización exacerbada y la incomunicación entre los enfoques de las distintas disciplinas científicas. En 1970 se celebra un seminario en el marco de la OCDE titulado *Interdisciplinarietà. Problemas de la Enseñanza e Investigación en las Universidades*. La participación de Erich Jantsch es determinante para sentar las bases del concepto de interdisciplinarietà. Para determinados enfoques, la transdisciplinarietà sería una fase superior de la interdisciplinarietà. Y, para otros, se utilizarán planteamientos totalmente inversos desde el punto de vista de la nomenclatura utilizada. Lo que parece evidente es que estos planteamientos se refuerzan con la aparición de nuevas ciencias en el siglo XX como la cibernética, la informática, la biotecnología o las ciencias ambientales, pero especialmente adquieren un mayor peso con la consolidación de la tecnociencia como un sistema.

Como decimos, los planteamientos que han hecho los distintos autores cuentan con sus respectivos matices. Piaget (1990), por ejemplo, en 1978 plantea varios niveles de relación entre las ciencias partiendo de la multidisciplinarietà hasta llegar a la transdisciplinarietà, pasando por la interdisciplinarietà. Por su parte, Edgar Morin (1991, 1995) mostraría una especial preocupación por las relaciones entre las distintas áreas disciplinares de la ciencia, por la

prevalencia de la hiperespecialización y de los expertos cuando los grandes problemas son transversales, transnacionales y transdisciplinarios (Morin, 1998). No obstante, preferimos utilizar el término transdisciplinariedad para referirnos al quiebre de los límites de las distintas ciencias, teniendo que intercambiar sus distintos enfoques para resolver problemas que son transversales y que no pueden ser resueltos a partir de la reflexión exclusiva de una sola disciplina científica.

CLASIFICACIÓN Y DEFINICIONES DE ERICH JANTSCH EN EL MARCO DE LAS RELACIONES DISCIPLINARES

Multidisciplinariedad	Nivel más bajo de coordinación entre las disciplinas sin dejar establecidos los nexos entre ellas.
Pluridisciplinariedad	Yuxtaposición de disciplinas más o menos cercanas dentro de un mismo sector de conocimiento. Forma de cooperación que mejora las relaciones entre disciplinas.
Disciplinariedad cruzada	Acercamiento basado en posturas de fuerza. Una disciplina va a dominar sobre otras.
Interdisciplinariedad	Se establece una relación entre dos o más disciplinas, lo cual dará como resultado una intercomunicación y un enriquecimiento recíproco y, en consecuencia, una transformación metodológica de investigación, intercambios mutuos y recíprocos.
Transdisciplinariedad	Nivel superior de interdependencia, donde desaparecen los límites entre disciplinas y se construye un sistema total. Concepto que asume la prioridad de una transcendencia de una modalidad de relación entre las disciplinas. Se puede hablar de una macrodisciplina. Su finalidad es construir un modelo utilizable entre las diferentes disciplinas.

Fuente: tomado de Martínez Álvarez *et al.* (2007) con pequeñas modificaciones propias.

Como decimos, aunque las cuestiones terminológicas varíen de un autor a otro, sí es cierto que las inquietudes que los llevaron a reflexionar acerca de las interacciones entre las distintas disciplinas científicas, a grandes rasgos, fueron similares. En la mayoría de los casos no se pone en cuestión la especialización científica o tecnocientífica, algo que es evidente desde el punto de vista de las ventajas que reporta en términos de productividad. Así lo deja dicho Agazzi de forma explícita: «(D)ebemos reconocer que la especialización es una *condición necesaria*, mucho más que un mal o una *consecuencia necesaria* del mismo conocimiento científico. Toda ciencia se constituye, de hecho, en cuanto abre sobre la realidad un *punto de vista*, una óptica delimitada y específica, o sea, *especializada*» (Agazzi, 2011).

CLASIFICACIÓN Y DEFINICIONES DE EVANDRO AGAZZI EN EL MARCO DE LAS RELACIONES DISCIPLINARES

Multidisciplinariedad (pluridisciplinariedad)	Se verifica cuando las competencias de disciplinas diferentes son utilizadas en una empresa cognoscitiva o práctica común, sin que cada una deba cambiar las propias perspectivas conceptuales o los propios métodos, limitándose, empero, a proporcionar los propios «resultados».
Transdisciplinariedad	Se verifica cuando algunos métodos, conceptos o modelos resultan proficuamente utilizables en disciplinas distintas.
Interdisciplinariedad	Comporta la confrontación de ópticas diversas, del esfuerzo de mutua <i>integración</i> entre estas, la conciencia de la parcialidad de cada una y al mismo tiempo de su indispensabilidad en la comprensión de un problema o de una realidad compleja.

Fuente: Agazzi (2011).



## 7. HACIA LA RACIONALIDAD/EPISTEMOLOGÍA AMBIENTAL: LA PROPUESTA DE ENRIQUE LEFF<sup>1</sup>

ENRIQUE LEFF, ECÓLOGO político de la Universidad Autónoma de México, ha venido desarrollando en los últimos años una propuesta epistemológica que tiene como eje capital al saber ambiental. Una propuesta muy rica y abierta que nos va a permitir abordar el tema de la gobernanza ambiental desde la multirreferencialidad, desde la multirracionalidad, desde la crítica cultural, desde la crítica al saber convencional y al logocentrismo, desde la transversalidad, desde la duda, el riesgo, el no-saber y la incertidumbre, y desde el diálogo de saberes.

Nos va a permitir sentar las bases para plantear la gobernanza ambiental concibiendo al medio ambiente no como una faceta o un ámbito más de nuestras vidas, ni siquiera como un objeto interdisciplinario, sino como una propuesta epistemológica para aproximarnos a la realidad y sentar las bases para la gobernanza de las sociedades futuras. El punto de partida es que la crisis ambiental radica en un problema de conocimiento, es decir, en un problema epistemológico que ha dejado al medio ambiente fuera del logocentrismo científico.

La tesis fundamental de Enrique Leff es la siguiente: «la crisis ambiental es el reflejo y el resultado de la crisis civilizatoria

---

<sup>1</sup> Enrique Leff es un sociólogo ambientalista mexicano doctorado en Economía del Desarrollo en París. Intelectualmente su trabajo se ha centrado en los ámbitos de la filosofía, la epistemología ambiental y la ecología política, la economía ecológica, así como en la educación y la formación ambientales. De hecho, fue coordinador de la Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe en el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Ha sido miembro de diversos órganos académicos, consultivos y ciudadanos. Es autor de numerosos artículos y libros, manifestando un especial interés por la ecología política y por la epistemología ambiental.

occidental, causada por sus formas de conocer, concebir, y por ende transformar el mundo» (Eschenhagen, 2008). Leff entiende que «el cambio civilizatorio que anuncia la crisis ambiental en los años sesenta coincide con un cambio epistémico en el campo de la filosofía, de la ciencia y del saber: la transición del estructuralismo y la racionalidad de la modernidad hacia el ecologismo, el pensamiento de la complejidad y la filosofía de la posmodernidad» (Leff, 2006). El problema radica en las bases epistemológicas de la modernidad, en el conocimiento fragmentado y analítico, en la centralidad de la ciencia y de los saberes convencionales, en la razón tecnológica, en definitiva, en la racionalidad logocéntrica, económica e instrumental que ha inundado la mayor parte de los órdenes de la vida y que ha desembocado en una crisis ambiental sin precedentes.

Para Leff, los grandes problemas ambientales radican en cuestiones fundamentalmente epistemológicas. El problema no está en el desconocimiento, en el no-saber, sino en su ocultación. El nuevo paradigma que plantea Leff incluye el no saber, algo que es inherente al principio de precaución y a la duda metodológico-epistemológica de nuestro tiempo. Nos plantea un cambio de *episteme* en el que la relación ética con el *otro* levinasiano nos lleva a un diálogo de saberes.

Para Leff, la crisis ambiental es el síntoma y la enfermedad de un modo de inteligir la realidad que arraiga en los inicios de la Edad moderna y que retoma el proceso ilustrado hasta nuestros días, desembocando finalmente en la metafísica y la ciencia modernas. Nos viene a decir: «La *crisis ambiental* es una *crisis de civilización* producida por el *desconocimiento del conocimiento*. El conocimiento ya no representa la realidad; por el contrario, construye una *hiperrealidad* en la que se ve reflejado» (Leff, 2006). El saber ambiental se gesta en el exterior de las ciencias convencionales, intentando la resignificación del mundo, y la epistemología ambiental trasciende todo conocimiento.

Su propuesta resignificadora es esencialmente crítica y posibilita hablar «a las verdades silenciadas, los saberes subyugados, las palabras acalladas y a lo real, sometidos para el poder de la objetivación

científica del mundo» (Leff, 1998)<sup>2</sup>. No en vano, dicha propuesta encuentra su inspiración epistemológica en las grandes voces críticas de Occidente: Marx, Nietzsche, Freud, Canguilhem, Althusser, Bachelard, Levinas, Derrida...

Si ya desde Hegel y Nietzsche la no-verdad aparece en el horizonte de la verdad, la ciencia fue descubriendo las fallas del proyecto científico de la modernidad, desde la irracionalidad del inconsciente (Freud), el principio de indeterminación (Heisenberg), hasta el encuentro con la flecha del tiempo y las estructuras disipativas (Prigogine). El saber ambiental acoge el no saber, la incertidumbre, la indeterminación y la posibilidad en la producción de la verdad, del conocimiento, del devenir y del porvenir (Leff, 2005).

El saber ambiental incluye su *falibilidad*, que será reconocida por la duda en la crisis de la modernidad: el principio de precaución y la desproporción entre el poder y el saber, o lo que es lo mismo, la desproporción actualizada entre los ámbitos cartesianos de la voluntad y del conocimiento. Nos dice: «El saber ambiental se construye en relación con sus impensables, con la generación de lo nuevo, la indeterminación de lo determinado, la posibilidad del ser y la potencia de lo real: con todo aquello que es desconocido por las ciencias al carecer de visibilidad, de empiricidad, de positividad» (Leff, 2005). Por su parte, continúa, «la complejidad ambiental no emerge allí de la generatividad de la *physis*, sino de las relaciones infinitas que se establecen entre lo real y lo simbólico» (Leff, 2006). «La complejidad ambiental emerge de la hibridación entre el orden físico-biológico, tecnológico-económico y simbólico-cultural» (Leff, 2006).

Su propuesta invita a repensar el mundo que nos ha tocado vivir en plena crisis ambiental, «la primera crisis global generada por el desconocimiento del conocimiento» (Leff, 2005), por las grandes sombras que ha generado el conocimiento occidental basado en la fragmentación del saber y la externalización medioambiental. La crisis ambiental refleja la propia crisis de la racionalidad moderna y de la ciencia. En este contexto, la ciencia no comprende la degradación

<sup>2</sup> Citado por Eschenhagen (2008).

ambiental ni la realidad, y nos hemos quedado sin recursos epistemológicos para interpretar la crisis ambiental actual, donde se «ha externalizado a la naturaleza del proceso de producción (...) reduciéndola a un insumo productivo de recursos naturales y materias primas» (Leff, 2006). Según Leff, la dimensión ambiental ha sido impensada por la ciencia (Leff, 2006), por lo que la preocupación del saber ambiental es lo pensado por la ciencia, lo extraterritorial.

Su propuesta no es otra que la de desandar, o *deconstruir*, por utilizar el término derrideano, el proceso de fragmentación del saber y de la ciencia que nos ha llevado a alejarnos de la realidad. Esto nos obliga a reunificar el conocimiento si queremos afrontar la reintegración de la realidad. El saber convencional promueve la fragmentación, por lo que oculta el no-saber (principio de precaución), la complejidad, el riesgo, el caos, la incertidumbre y el desorden (sic). Ante esto, según Leff, es preciso problematizar dicho saber, problematizar los distintos paradigmas científicos asociados a las ciencias. El enfoque central supone el paso de una racionalidad a una matriz de racionalidades que se abre a partir del diálogo de saberes (Leff, 2006).

PRINCIPALES CONCEPTOS INTEGRADORES  
DE LA PROPUESTA DE E. LEFF

- Racionalidad ambiental
- Epistemología ambiental
- Diálogo de saberes
- Saber ambiental
- Desfragmentación científica
- Diálogo de saberes: entre ciencias, tecnologías y saberes populares (sic)
- Matriz de racionalidades
- Saber multidimensional
- Diversidad y pluralidad axiológica
- Racionalidad sustentable
- Pensamiento de la complejidad: integra la incertidumbre, la racionalidad, la indeterminación y la posibilidad del conocimiento (sic)

Fuente: elaboración propia a partir de Leff.

## 8. LA DEMOCRACIA PARTICIPATIVA/ DIALÉCTICO-TRANSACCIONAL

LA PROPUESTA DIALOGUISTA de Pierre Lascoumes, Michelle Callon y Yannick Barth apuesta por una democracia de concertación (Callon; Lascoumes y Barthe, 2001), promoviendo un «giro hacia la participación» (Jasanoff, 2003) con objeto de erradicar la desinteligencia entre ciencia y política.

Renombran el concepto de *foro* planteado en el artículo sobre parapsicología de los sociólogos de la ciencia Collins y Pinch<sup>1</sup> (1979) y plantean el concepto de foros híbridos. Los foros híbridos irían contra la ultrainstrumentalización del entorno del científico. La falta de acuerdo de los científicos sobre temas cruciales obliga a generar espacios de diálogo. Esto supone una revisión de saber y poder, donde la generación de conocimiento se somete a un proceso iterativo-discursivo entre expertos y legos. La *expertise* oficial se beneficia de los foros informales y de las reflexiones transversales donde se difuminan los límites entre lo cultural, lo técnico, lo económico, etc. Son espacios de normalización de las controversias y de una dialéctica transaccional. Esta dinámica supone importantes cambios en la agenda política pues todo se hace revisable. Los foros híbridos plantean una nueva forma de coexistencia democrática que se basa en la inteligencia colectiva.

Sheila Jasanoff plantea que el enorme crecimiento de la ciencia y la tecnología en el último siglo ha generado importantes contradicciones en términos de gobernanza (Jasanoff, 2003). La razón fundamental ha sido la separación entre valores y ciencia, por lo que propone las «technologies of humility», o tecnologías de la humildad,

---

<sup>1</sup> Collins y Pinch hablan de dos tipos de fórum: el fórum oficial (el de los científicos y especialistas) y el fórum informal (el de los actores: empresas, medios de comunicación, financiadores, etc.).

complementando a las «technologies of hubris». En este sentido, muchas decisiones deben someterse a una suerte de estrés deliberativo a través de una nueva participación ciudadana en el ámbito de la ciencia. Por su parte, Bruno Latour publicó en 1999 un influyente libro en el que planteaba que la separación entre hechos y valores, amén de no ser útil, en muchos casos es peligrosa (Latour, 1999).

La rápida evolución de las innovaciones tecnológicas y su inmediata aplicación a usos económicos y sociales motivó a que David Collingridge, en 1980, enunciara en su conocido libro *El control social de la tecnología*, el dilema que lleva su nombre (Collingridge, 1980). Básicamente, el dilema de Collingridge viene a plantear que en los estadios primitivos es difícil predecir los impactos que la tecnología puede producir. Por otro lado, la tecnología genera un problema de poder pues esta se atrinchera, y el control o el cambio se hace difícil de ejecutar.

## 9. EL CONCEPTO DE GOBERNANZA MUNDIAL/AMBIENTAL

LA ACTUALIDAD DE LA PROBLEMÁTICA y el debate relativos al concepto de gobernanza no es sino una reacción a los problemas de gobernabilidad en nuestra sociedad global. Profundos y graves problemas globales y transfronterizos no encuentran los recursos adecuados y suficientes para gestionarlos, poniendo de manifiesto una clara falta de capacidad (Held, 2012).

Los avances transfronterizos que se han dado en los ámbitos de la ciencia, la tecnología, la industria o las finanzas no se han trasladado a la ética o a la política, por lo que se hace precisa una ética en clave cosmopolita (Linares, 2013). Con independencia del debate académico y social de si estamos en una etapa caracterizada por la globalización, o, por el contrario, en una etapa caracterizada por la internacionalización, los procesos abiertos en los últimos años están obligando a una nueva forma de gobernanza en la que los Estados han perdido el protagonismo que tradicionalmente han mantenido, y en la que se tenga presente que muchos de los efectos de las acciones humanas rebasan las fronteras convencionales de los Estados: pensemos en el cambio climático, por ejemplo.

Hablamos de que en la actualidad hay procesos globales que han cambiado el orden tradicional de las cosas, los equilibrios de poder y la problemática a considerar. Pero con independencia de que existan procesos globales, también hemos de decir que existen efectos globales de las acciones del hombre. «Aunque todos tengamos una vida local, los modos en que la gente da sentido al mundo ahora están cada vez más entreverados con ideas y valores de muy diversos emplazamientos» (Held y McGrew, 2011).

Insistimos en que no vamos a entrar en el debate sobre globalización o antiglobalización. Destacaremos que algunos procesos han alcanzado una escala global, como es el caso de muchos de los problemas medioambientales, los flujos de capital financiero o los avances tecnológicos, quedando algunos procesos humanos reducidos al ámbito meramente local. No obstante, a esta situación la denominaremos globalización debido a que se trata de un concepto mayoritariamente aceptado, y que recoge la percepción de que los Estados se han visto influenciados y mediatizados por corrientes, decisiones, interconexiones, redes y estrategias de poder de carácter transnacional en los que cada vez existen unas relaciones más entrelazadas entre la política interior y la política exterior (Held y McGrew, 2011). «En verdad, dicen Held y McGrew (2011), la autonomía de los Estados está comprometida: los gobiernos cada vez encuentran más dificultades para llevar a cabo sus agendas nacionales sin cooperar con otras instituciones, políticas o económicas, que están por encima y más allá del Estado».

Esta situación ha cambiado la escala de la organización humana (Held y McGrew, 2011) y ha hecho aún más compleja las relaciones entre los distintos actores o grupos de interés. En la actualidad, entre las cien economías más importantes del mundo, al menos la mitad son grandes corporaciones internacionales y no Estados<sup>1</sup>, con todas las consecuencias que este hecho conlleva en términos de relaciones de poder y de supeditación de intereses nacionales a intereses de las grandes corporaciones. Y no hay que olvidar que «los principios básicos de la gobernanza económica interaccional (...) sigue siendo un dominó en el que el poder triunfa sobre el derecho» (Held y McGrew, 2011). El capital financiero ha rebasado con creces a la economía real. Un ejemplo es que el movimiento diario en los mercados de divisas mundiales «excede en unas sesenta veces el nivel anual de las exportaciones mundiales» (Held y McGrew, 2011).

Los Estados nacionales, por un lado, se enfrentan a nuevos problemas que presentan una nueva escala que rebasa el

---

<sup>1</sup> Esta comparativa se realiza tomando el PIB de los Estados y el valor añadido de las grandes corporaciones transnacionales.

concepto tradicional de frontera (migraciones, contaminación y riesgos medioambientales...); y, por otro, a nuevas exigencias de descentralización del poder político. Estos procesos centrífugos alumbran una nueva forma de gobernanza. Como advierte Elsa González, siguiendo los planteamientos de Kersbergen y Waarden (2004), así como los de José A. Estévez (2009),

De las múltiples y variadas aplicaciones y significaciones del concepto de *gobernanza*, esta connota un nuevo modo de gobernar que posee tres rasgos que están siempre presentes con mayor o menor intensidad. Por un lado, la gobernanza es un proceso de descentralización del poder político, por tanto de transferencia de poderes de decisión a las entidades regionales y locales. Por otro lado, la gobernanza implica siempre la organización en red, en vez de jerárquica y burocrática. Y, finalmente, mediante la gobernanza se produce una difuminación de la frontera entre Estado y sociedad civil que se pone en cuestión junto con otras dicotomías como público/privado; derecho/usos sociales, político/social, etcétera (González, 2013).

La actual crisis que estamos viviendo, fundamentalmente, puede ser considerada de dos modos. Por un lado, podría tratarse de una crisis multifacética que tiene claras manifestaciones en lo financiero, en lo económico, en lo social y en lo ambiental. Pero, utilizando los planteamientos marxistas, podríamos estructurar estas cuatro facetas según el planteamiento que relaciona la estructura (profunda) con la superestructura (superficial). Y este es el segundo modo de entender la crisis, y que a nuestro juicio es el determinante como punto de partida para una nueva forma de gobernanza mundial/ambiental. En efecto, concebir esta crisis como meramente financiera sería caer en el error freudiano de confundir el síntoma con la enfermedad. El medio ambiente se ha convertido en un instrumento geoestratégico y de seguridad de primer orden, y muchos de los grandes conflictos humanos se deben, en el fondo, a cuestiones medioambientales (Klubnikin y Causey, 2002). El trasfondo de la presente crisis es netamente ambiental, y son pocas e insuficientes las medidas adoptadas para atajarla a medio y largo plazo.

Por un lado, la crisis financiera ha puesto de manifiesto que el marco regulatorio y los mercados no han funcionado, que tanto las nuevas normas de contabilidad (NIC) como el nuevo Acuerdo de Capitales suscrito por la banca internacional (Basilea II) constituyen un marco regulatorio de marcado carácter procíclico: muy permisivo en periodos de bonanza, y muy estricto y restrictivo en periodos de desaceleración y recesión económicas. La crisis económica, por su parte, ha estado poniendo de manifiesto en los últimos años el desajuste entre la velocidad con la que se mueve el capital, que lo hace a velocidad electrónica, y la velocidad con la que se mueven otros factores productivos, como es el caso del trabajo, que lo hace a velocidad de *patera*. Esto ha propiciado problemas de escala global como los grandes procesos migratorios por cuestiones de gradiente económico, así como los preocupantes procesos de deslocalización industrial y de servicios generados por las diferencias de costes sociales y ambientales entre los países occidentales y los países emergentes. Por su parte, la crisis social se ha puesto de manifiesto a través de la crisis de valores, así como de la pérdida de referentes éticos. Y, por último, la crisis ambiental se ha puesto de manifiesto a través de la *burbuja* de las materias primas de los pasados años. La evolución reciente del precio del petróleo permite aventurar que si no cambiamos nuestro modelo productivo y energético, así como nuestros patrones de bienestar, estamos muy próximos al límite de la capacidad de carga del planeta, y que si todos los que lo habitamos tenemos las mismas aspiraciones de bienestar que un occidental, según el concepto de huella ecológica, aquí no cabemos todos.

En este contexto se actualiza el concepto de gobernanza mundial, que implica, a su vez, un nuevo concepto de agencia política, un nuevo humanismo y una nueva revolución epistemológica a través de la generalización del principio de precaución y de la ciencia posnormal como instrumentos del proceso de decisión democrático (Lascoumes; Callon; y Barthe, 2009). «La cuestión sobre el principio de precaución es que este nada contra las corrientes económica, científica y democrática. Requiere un *sacrificio* de todo aquel que no pueda comprender la justificación de evitar prudentemente

determinadas acciones» (O’Riordan y Jordan, 1995). La ciencia, en nuestras sociedades, es una actividad cultural que debe dialogar con otros ámbitos culturales y sociales. En los grandes temas el error es a la verdad lo que una verdad profunda es a otra verdad profunda (Bohr). La ciencia posnormal es una nueva metáfora epistemológica para las sociedades de nuestro tiempo, en la que la complejidad del mundo tecnocientífico, muy interrelacionada con los intereses de las empresas transnacionales, no puede dar cuenta de la complejidad de los valores ético-sociales. La sociedad en la actualidad se hace preguntas que la ciencia aplicada no puede responder. El principio de precaución y la ciencia posnormal son los instrumentos apropiados para combatir la incertidumbre sin caer en el inmovilismo. Se trata de la verdadera revolución epistemológica ante los retos de gobernanza de la sociedad mundial en la etapa de la globalización.

El nuevo concepto de gobernanza global implica ampliar la base decisional de la sociedad mediante la aplicación de nuevas reglas, profundizando en el concepto de agencia política, variando el horizonte temporal hacia el largo plazo y profundizando en la legitimidad con la que actúan los órganos decisores, así como en la democracia material. Los retos del nuevo concepto de gobernanza, fundamentalmente, son:

- Reto epistemológico: principio de precaución y ciencia posnormal.
- Reto de democratización económica: buenas prácticas de gobierno corporativo (Galbraith, 2004), desarrollo y aplicación de la ética de los negocios, fomento del desarrollo local como fórmula de desarrollo que contrarreste los excesos de la globalización del capital.
- Reto de una nueva virtud sociopolítica: nuevo humanismo, sociedad hipercrítica y profundamente deliberativa, diversidad, nueva agencia política, participación, bienestar sostenible...

El concepto de gobernanza global debe ser consciente de las interdependencias entre el conjunto de las sociedades humanas, así

como las existentes entre estas y los ecosistemas. La propuesta de reglas en el ámbito de la nueva gobernanza mundial debe abrirse a todos los ámbitos: fiscalidad global, recursos económicos y ambientales, protección del conocimiento mundial... (Stiglitz, 2004) mediante la creación de una verdadera comunidad internacional. Pero, sobre todo, el nuevo concepto de gobernanza debe estar abierto a este nuevo planteamiento metodológico del que hemos dado cuenta en el presente artículo.

## 10. A MODO DE CONCLUSIÓN: EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN Y LA DUDA MODERNA

EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN, también conocido como *in dubio pro natura*<sup>1</sup> (Russo y Russo, 2009), o lo que es lo mismo, la duda favorece a la naturaleza, es una de las principales manifestaciones epistemológicas de la crisis de la idea de ciencia como progreso indefinido y como proyecto ilustrado de raigambre kantiana. Considera que la ciencia no da soluciones definitivas, solo provisionales, y que contamos con lecciones tardías sobre alertas tempranas.

Es el gran concepto que certifica el quiebre del marco nocional de la ciencia moderna en detrimento de propuestas mucho más críticas con el desarrollo científico y su correlación automática con el desarrollo humano. No pretende superar la razón tecnocientífica o tecnocrática (Marcos, 2013), pero sí modularla o atemperarla superponiendo o anteponiendo lo razonable sobre la razón convencional, es decir, dando prioridad a la virtud (precaución/prudencia) sobre el recurso (razón), y considerando el conjunto de las instancias e intereses de los grupos de interés o *stakeholders*. Lo razonable busca el equilibrio negociado, mientras la razón busca la decantación. La prudencia se convierte en una suerte de razonabilidad teniendo presente la pluralidad de razones y la pluralidad de actores. El reto radica en la creación de las condiciones adecuadas para la comunicación y la negociación que permita las eventuales moratorias.

El principio de precaución guarda relación con un nuevo humanismo que se basa en la duda como principio propedéutico y como ejercicio activo. La ciencia contemporánea es consciente de que no proporciona soluciones definitivas (solo provisionales), por lo que

---

<sup>1</sup> También se ha denominado *in dubio pro ambiente*.

si no conocemos el alcance en el espacio y en el tiempo de nuestras acciones, debemos aplicar el principio de precaución. El principio de precaución nos obliga entonces a instalarnos definitivamente en la duda y en la provisionalidad, en la incertidumbre y en el no saber, por utilizar la terminología de Enrique Leff (2006). Una duda feraz y productiva, como lo fue en el caso de Descartes, que nada tiene que ver con el escepticismo, sino con el impulso constante hacia la búsqueda de la certeza. Los principios de la certeza sustituyen a los principios dogmáticos e inmovilistas de la verdad en el concepto de ciencia posmoderna que más adelante detallaremos.

La aplicación del principio de precaución, que siempre es una posición intermedia en sentido aristotélico, puede traducirse en la moratoria o caución (Marcos, 2013). El principio de precaución huye de los extremos dogmáticos o escépticos y nos instala en una situación provisional que obliga sistemáticamente a centrarse en la duda. En este sentido, no se puede esperar, salvo para los casos de simplificación ideológica (*sic*), que se pueda diseñar un recetario para la aplicación automática del principio de precaución (Marcos, 2013).

La ciencia ambiental, por su carácter transversal y por su aproximación al concepto de incertidumbre, es la que principalmente ha sintetizado los planteamientos *falibilistas* del conocimiento científico y de la duda moderna a través del principio de precaución. Ha sido pionera en trasladar la duda, el *falibilismo* y el principio de precaución a su ámbito. Como dice Alfredo Marcos:

(L)as relaciones ecológicas son de lo más intrincadas e imprevisibles. Todo ello hace que la conciencia de riesgo e incertidumbre, la desconfianza en toda promesa de certeza y el desplazamiento del miedo hasta su versión más posmoderna hayan arraigado, antes que en otros dominios, en el ambiental. También en el dominio ambiental antes que en otros se han propuesto principios de legitimación de la acción distintos de la pura obediencia a los dictados de la ciencia. Me refiero al principio de precaución (Marcos, 2013).

Se trata de una duda constructiva que propicie la revisión constante de los resultados de la investigación científica ante la actitud

*falibilista* de la ciencia que veremos más adelante. No se trata de una duda que ahonde en el escepticismo y en la imposibilidad de avance del conocimiento, como la crítica que hace Peirce (1955b) a la duda metódica (Marcos, 2013). La duda contemporánea es consecuencia de un mundo que ha de enfrentarse sistemáticamente a la incertidumbre como nunca lo ha hecho. Incertidumbre, previsión, precaución, *falibilismo*, *falsación* o revisión, son elementos que contribuyen a esta nueva concepción de la ciencia y de la sociedad de nuestro tiempo.

La crisis teleológica de la modernidad se lleva al extremo con el principio de precaución. La razón que emerge en la Modernidad, y que se refuerza en el proyecto ilustrado y en la prevalencia del concepto de causa eficiente aristotélica, se vuelve insegura ante los efectos del hombre sobre el medio ambiente. La nueva razón, que amplía los límites del ámbito estrictamente tecnocientífico, es autolimitante, heterónoma y preservativa, cruzando transversalmente todas las disciplinas tecnocientíficas. El principio de precaución, que recoge las dudas y los peligros de la autonomía radical de la ciencia, puestos de manifiesto por autores como Ellul (1964), Winner (1977) o Mumford (1992), y que el propio Rousseau recogía en su *Discurso sobre las ciencias y las artes*, constituye el eje fundamental del derecho ambiental y será clave para la revisión epistemológica que exige el nuevo concepto de gobernanza global.

Las consecuencias son bien transversales en la medida en que invierten la carga de la prueba, introducen la idea de participación democrática y la iterabilidad discursiva para la toma de decisiones, y reconocen abiertamente la incertidumbre derivada de la evolución del sistema ciencia-tecnología. Al basarse en la duda, en la duda sobre la gestión técnica del medio ambiente, puede correr el riesgo en el que ha incurrido el concepto de sostenibilidad, vaciándose de contenido y perdiendo el sentido crítico (O’Riordan y Jordan, 1995).

Por su parte, el concepto de interdisciplinariedad, la difusa frontera entre las ciencias que se abre con los enfoques sociales de la ciencia, también tiene implicaciones en el ámbito de la duda. La

concepción histórica de la ciencia y su dimensión social introduce elementos de contingencia y factualidad.

El concepto de precisión en ciencia empezó a quebrarse con el principio de indeterminación de Heisenberg en los años veinte del siglo pasado, con el Holocausto (Auschwitz) y con el comienzo de la toma de datos del impacto del hombre sobre el medio ambiente y que en la actualidad tiene su epifenómeno en el cambio global. A lo largo del siglo XX empiezan a aparecer elementos de ambigüedad en la ciencia. Como en el planteamiento de Jonas, la amenaza ha quedado indisolublemente asociada a la promesa (Arcas, 2007) y a la *hybris* científico-técnica.

Pero la física cuántica no solamente acaba con el concepto tradicional de precisión con la interpretación de Copenhague, sino que introduce conceptos y elementos que ponen en cuestión premisas muy arraigadas en los planteamientos científicos tradicionales. Hablamos, aparte del principio de indeterminación que advierte de que es imposible determinar con precisión la posición y el momento, del principio de complementariedad por las que son válidas las descripciones ondulatoria y corpuscular, o de las dificultades para separar el sujeto del objeto, etc.

El principio de precaución responde a un complejo filosófico moderno cartesiano-kantiano caracterizado por la vacuidad de la duda cartesiana y la vacuidad del formalismo kantiano. El paradigma de Bacon-Descartes, reforzado más tarde por el proyecto ilustrado de Kant, dio sentido al concepto de modernidad vinculando el progreso con el progreso tecnológico, al optimismo derivado de los avances científicos y tecnológicos (Bourg, 2000). De hecho, Bourg (2000) viene a reconocer que el principio de precaución probablemente sea el sucesor del principio de progreso ligado al sistema ciencia-tecnología.

En efecto, la ciencia y la tecnología, en sus niveles actuales, pueden infligir daños desproporcionados e irreversibles a la naturaleza, algo que en épocas pasadas era impensable. Nos encontramos ante una situación de duda ético-metodológica que hay que gestionar en la toma de decisiones. Y la duda implica una mayor participación de agentes en la toma de decisiones, algo que reforzará el concepto

de democracia ligada a la ciencia. Se producirá la sustitución de la certidumbre por la duda. El principio de precaución supone el ejercicio activo de la duda (Facciano, 2001), no desde el punto de vista inmovilista o desde el punto de vista escéptico, sino desde el punto de vista activo, epistemológico, de ampliación de la realidad, desde una epistemología ampliada (Díaz, 2007). La duda pluraliza nuestra aproximación a la realidad (Marquard, 2012) y abre la vía de la transdisciplinariedad, especialmente cuando nos enfrentamos a problemas complejos y que requieren de respuestas transdisciplinares como es el caso del cambio climático. La complejidad de los avances científicos y de la sociedad impide que las afirmaciones científicas sean inequívocas, requiriendo refrendos decisionales exógenos que proceden de una trama compleja de intereses y de percepciones de la realidad y del conocimiento.

La modernidad, con una fe ciega en la ciencia<sup>2</sup>, había relegado a un segundo plano la duda y la prudencia<sup>3</sup> (Aubenque, 1999). La posmodernidad volverá a retrotraer el concepto de prudencia asociado al de *falibilidad* y al de incertidumbre. El principio de precaución vuelve a poner a la duda en el centro de la reflexión epistemológica contemporánea. La duda debe tomarse en beneficio del ambiente y de la salud (Lapuente, 2006), comportando un marco de moral provisional neocartesiano que afecta de lleno a la epistemología. La estabilidad y certidumbre que importantes sociólogos como Weber y Durkheim asociaban a la ciencia y su conocimiento metódico se convierte en el centro de la incertidumbre (Lapuente, 2006).

---

<sup>2</sup> La ciencia llegó a considerarse en el siglo XIX prácticamente como una ideología.

<sup>3</sup> La *phronesis* aristotélica que se recoge en la *Ética a Nicómaco* como una disposición racional respecto de lo que es bueno y malo para el hombre.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AA. VV. (2001). *Ciencia, tecnología, sociedad: una aproximación conceptual*, OEI, Madrid.
- Aibar, E. (2006). «Breu història dels estudis de Ciència, tecnologia i societat», en Aibar, E. (comp.), *Ciència, Tecnologia i societat*, Fundació por la Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona, pp. 8-35.
- Agazzi, E. (1996). *El bien, el mal y la ciencia*, Tecnos, Madrid.
- Agazzi, E. (2011). *La ciencia y el alma de Occidente*, Tecnos, Madrid.
- Alcott, B. (2005). «Jevons' paradox», *Ecological Economics*, 54 (1), pp. 9-21.
- Alles, D. (2005). «Le principe de précaution eet la philosophie du droit. Évolution manifeste, révolution en puissance», seminario *État de droit. L'individu et le droit en France, en Europe et dans le monde*, Institut 'Études Politiques de Grenoble.
- Apostel, L.; Berger, G.; Brigg, A.; y Michaud, G. (eds.) (1972). *Interdisciplinarity: problems of teaching and research in universities*, OECD, Niza.
- Arcas, P. (2007). *Hans Jonas y el principio de responsabilidad: del optimismo científico-técnico a la prudencia responsable*, tesis doctoral, Univesidad de Granada.
- Arrow, K. *et al.* (1995). «Economic growth, carrying capacity and the environment», *Science*, 268, pp. 520-521.
- Aubenque, P. (1999). *La prudencia en Aristóteles*, Crítica, Barcelona.
- Ballesteros, J. (1994). *Postmodernidad: decadencia o resistencia*, Tecnos, Madrid.
- Bauman, Z. (2000). *Liquid Modernity*, Polity.
- Beck, U. (1992). *Risk Society: Towards a New Modernity*, Sage, London.
- Bloor, D. (1976). *Knowledge and Social Imagery*, Routledge.
- Bodansky, D. (1991). «Scientific uncertainty and the precautionary principle», *Environment*, 33, pp. 4-44.
- Bergkamp, L. (2002). «Understanding the precautionary principle», en *Environmental Liability*, Hunton y Williams, Bruselas. 10, 1: Part 1, pp. 18-30; 10, 2: Part II, pp. 67-82.
- Bourg, D. (2000). «Du progrès à la precaution», en Zaccai, E. y Missa, J. N. (ed.), *Le principe de précaution, significations et conséquences*, Université de Burxelles, Bruselas, pp. 180-195.

- Callon, M. y Latour, B. (1990). *La science telle qu'elle se fait. Anthologie de la sociologie des sciences de langue anglaise*, Seuil, París.
- Callon, M.; Lascoumes, P.; y Barthe, Y. (2011). *Acting in an Uncertain World*, The MIT Press.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*, Houghton Mifflin, Boston.
- Casas, R. (2004). «Las nuevas formas de producción de conocimiento: reflexiones en torno a la interdisciplina en las Ciencias Sociales», *Memoria del XVII Congreso Nacional de Posgrado (OMNIA)*, UNAM, México, pp. 263-274.
- Castoriadis, C. (1991). *Philosophy, Politics, Autonomy: Essays in Political Philosophy*, Oxford University Press.
- Collingridge, D. (1980). *The Social Control of Technology*, St. Martin's Press, New York.
- Collins, H. M. y Pinch, T. (1979). «The construction of the paranormal: Nothing unscientific is happening here», *Sociological Review Monograph*, 27, pp. 237-270.
- Collins, H. M. (1982). «Stages in the Empirical Programme of Relativism», *Social Studies of Science*, 11/1, pp. 3-10.
- Collins, H. y T. Pinch, T. (1993). *The golem: what everyone should know about science*, Cambridge University Press. (*El gólem: lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*, 1996, Crítica, Barcelona).
- Correa, G. M. (2012). «El concepto de mediación técnica en Bruno Latour. Una aproximación a la teoría del actor-red», *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 2 (1), pp. 56-81.
- Cortassa, C. (2010). «Del déficit al diálogo, ¿y después qué? Una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia», *CTS*, n° 14, vol. 5, pp. 117-124.
- Cortés, F. J. (2006). *La École Polytechnique y la bifurcación ideológica en Occidente*, Editorial Universidad de Almería, Almería.
- Charum, J. (2002). «Sobre las políticas de investigación en la universidad», *Nómadas*, 17, pp. 183-192.
- Christiansen, B. (1994). «The precautionary principle in Germany-enabling government», en Raiordan, T. O. y Cameron, J. (eds.), *Interpreting The Precautionary Principle*, Earthscan, London, pp. 31-60.
- Cuevas, A. (2008), «Conocimiento científico, ciudadanía y democracia», *CTS*, n° 10, vol. 4, enero, pp. 67-83.
- De Clément, Z. D. (dir.) (2008). *El principio de precaución ambiental. La práctica argentina*, Lerner Editoria, Córdoba, Argentina.
- De Cózar, J. M. (2005). «Principio de precaución y medio ambiente», *Revista Española de Salud Pública*, vol. 79, n° 2, Madrid, pp. 133-144.
- De Siqueira, J. E. (2009). «El principio de Responsabilidad de Hans Jonas», *Revista Bioethicos*, 3 (2), pp. 171-193.

- Del Moral, L. y Pedregal, B. (2002). «Nuevos planteamientos científicos y participación ciudadana en la resolución de conflictos ambientales», *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, vol. 41, pp. 121-134.
- Dewey, J. (1939). *The Theory of Inquiry*, Henri Holt, Nueva York.
- Díaz, E. (2007). *Entre la tecnociencia y el deseo. La construcción de una epistemología ampliada*, Biblos, Buenos Aires.
- Duclos, D. (1996). *Nature et démocratie des passions*, PUF, París.
- Eizaguirre, A. (2009). «Los estudios sobre percepción social de la ciencia», *Acciones e Investigaciones Sociales*, 27, pp. 23-53.
- Ellul, J. (1954). *La Technique ou l'enjeu du siècle*, Armand Colin, París.
- Ellul, J. (1964). *The technological Society*, Knopf, Nueva York.
- Ellul, J. (1977). *Le système technicien*, Calmann-Lévy, París.
- Engref (1998). *Évaluation et gestion des risques. Expertise scientifique et gestion des risques*, París.
- Entine, J. (2006). *Let them eat precaution*, American Enterprise Institute, AEI Press, Washington, D. C.
- Eschenhagen, M. L. (2008). «Aproximaciones al pensamiento ambiental de Enrique Leff: un desafío y una aventura que enriquece el sentido de la vida», *ISEE*, publicación ocasional, n° 4, pp. 1-7.
- Esquivel, L. (2006). *Responsabilidad y sostenibilidad ecológica. Una ética para la vida*, tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Estévez, J. A. (2009). «Gobernanza y racionalidad discursiva», en Boladeras, M. (coord.), *Ciudadanía y derechos humanos. Gobernanza y pluralismo*, Horsori, Barcelona, pp. 29-47.
- Ewald, F.; Gollier, Ch. y Sadeleer, N. (2001). *Le principe de précaution*, PUF, París.
- Facciano, L. A. (2001). «La Agricultura transgénica y las regulaciones sobre bioseguridad en la Argentina y en el orden internacional», Protocolo de Cartagena de 2000, p. 247 y ss.; en *Tercer Encuentro de Colegios de Abogados sobre temas de derecho agrario*, Instituto de Derecho Agrario del Colegio de Abogados de Rosario.
- Ferreira, M. (2007). «La nueva sociología de la ciencia: El conocimiento científico bajo una óptica post-positivista», *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 15, Universidad Complutense de Madrid, pp. 1-18.
- Feyerabend, P. (1975). *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*, New Left Books, London (trad. cast.: Feyerabend, P. (1985), *Contra el método*, Orbis, Barcelona).
- Fleck, L. (1986). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*, Alianza Madrid.
- Freeman, E. y Reed, D. (1983). «Stockholders and Stakeholders: A New Perspective on Corporate Governance», *California Management Review*, 25 (3), pp. 88-106.

- Freeman, E. (1984). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*, Pitman Publishing.
- Freeman, E. (1994). «The Politics of Stakeholder Theory: Some Future Directions», *Business Ethics Quarterly*, 4 (4), pp. 409-421.
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. R. (1990). «Post-Normal Science: A new Science for New Times», *Scientific European*, n° 169, pp. 20-22.
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. R. (2000). *La ciencia posnormal, Ciencia con la Gente*, Icaria, Barcelona.
- Galbraith, J. K. (2004). *The Economics of Innocent Fraud: Truth for our Time*, Houghton Mifflin Harcourt.
- García, N. (2011a). *La sociedad sin relato. Antropología y estética de la inminencia*, Katz Editores, Madrid.
- García, A. (2011b). «Aristóteles: la construcción de la episteme. Una propuesta metodológica para la ciencia de hoy», *Revista Internacional de Filosofía*, Suplemento 4, pp. 241-254.
- García, P. (2001). «Principales 'giros' en la filosofía de la ciencia contemporánea», *Ágora*, vol. 20, n° 1, pp. 201-219.
- Gardinar, S. M. (2006). «A Core Precautionary Principle», *The Journal of Political Philosophy*, vol. 14, 1, pp. 33-60.
- Gibbons, M. et al. (1994). *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Sage, Londres.
- Giddens, A. (1999). *Consecuencias de la modernidad*, Alianza, Madrid.
- Gilbert, C. (1997). «La precaution dans l'empire du milieu», en Godard, O. (dir.), *Le principe de précaution*, Maison de Sciences de l'homme, París, pp. 311-330.
- Godard, O. (2000). «Le principe de précaution, une nouvelle logique de l'action entre science et démocratie», *Cahier du Laboratoire d'Econométrie de l'Ecole Polytechnique* (2000), pp. 1-32.
- González, E. (2013). «De la gobernanza política a la gobernanza cosmopolita», en González, E. (ed.), *Ética y gobernanza: un cosmopolitismo para el siglo XXI*, Comares, Granada, pp. 3-30.
- Grandjean, P. et al. (2004). «Implications of the precautionary principle in research and policy making», *American Journal of Industrial Medicine*, 45, pp. 382-385.
- Gray, J. S. (1990). «Statistics and the precautionary principle», *Marine Pollution Bulletin*, 21 (4), pp. 174-176.
- Gross, P. R. y Levitt, N. (1994). *Higher Superstition: The Academic Left and its Quarrels with Science*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Gurwitsch, A. (1967). «Galilean Physics in the light of Husserlian Phenomenologie», en *Galileo, Man of Science*, E. Mc. Mullin (ed.), Basic Books, New York, pp. 180-195.

- Hanekamp, J. C. (2006). «Precaution and cholera: a response to Tickner and Gouvea-Vigeant», *Risk Analysis*, 26, pp. 395-404.
- Hansen, S. E.; Carlsen, L.; y Tickner, J. A. (2007). «Chemicals regulation and precaution: does REACH really incorporate the precautionary principle?», *Environmental Science and Policy*, 10.
- Hansson, S. y Sandin, P. (2001). «Persistence, Liability to Bioaccumulate, and the Precautionary Principle», *New Strategy for the Risk Management of Chemicals*, Falkenberg, 3-4 abril, pp. 1-65.
- Harremoës, P. et al. (2001). *Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896-2000*, Environmental issue report, n° 22, European Environment Agency.
- Hayek, F. A. (1980). *The Counter-revolution of Science*, Liberty Fund Inc. (traducción en español: Hayek, F. A. (2003), *La contrarrevolución de la ciencia*, Unión Editorial, Madrid).
- Held, D. y McGrew, A. (2011). *Globalización/Antiglobalización. Sobre la reconstrucción del orden mundial*, Paidós, Barcelona.
- Held, D. (2012). *Cosmopolitismo. Ideas y realidades*, Alianza, Madrid.
- Hey, E. (1992). «The precautionary principle in environmental law and policy: institutionalising precaution», *Georgetown International Environmental Law Review*, 4, pp. 303-318.
- Hughes, T. P. (1987). «The evolution of large technological systems», en Bikjer, W. E., Hughes, T. P. y Pinch, T. (eds.), *The social construction of technological systems. New direction in the Sociology and History of Technology*, MIT Press, Cambridge, pp. 51-82.
- Iglesias, A. N. y Luchetti, M. C. (2011). «De aporías y convergencias para el conocimiento ambiental interdisciplinario», *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, vol. 3, n° 3, pp. 292-298.
- Jasanoff, S. (1990). *The Fifth Branch: Science Advisers as Policymakers*, Harvard University Press, Cambridge.
- Jasanoff, S. (1995). «Procedural Choices in Regulatory Science», *Technology in Society*, 17, 3, pp. 279-293.
- Jasanoff, S. (2003). «Technologies of humility: citizen participation in governing science», *Minerva*, 41 (3), pp. 223-244.
- Jaspers, K. (1961). *La bomba atómica y el futuro de la humanidad*, Compañía General Fabril Editora, Buenos Aires.
- Jiménez, J. (2010). «Origen y desarrollo de los estudios CTS y su perspectiva en América Latina», en *Ciencia, política y poder. Debates contemporáneos desde Ecuador*, Flacso, pp. 103-132.
- Jiménez-Buedo, M. y Ramos, I. (2009). «¿Más allá de la ciencia académica?: Modo 2, ciencia posacadémica y ciencia posnormal», *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXXV 738, julio-agosto [2009], pp. 721-737.

- Jiménez, R. V. y Rojo, O. (2008). «Ciencia, tecnología y bioética: una relación de implicaciones mutuas», *Acta Bioethica*, 14(2), pp. 135-141.
- Jonas, H. (2008). *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Herder, Barcelona. (Primera edición en alemán en 1979: *Das Prinzip Verantwortung*).
- Jordan, A. J. y O'Riordan, T. (1995). «The precautionary principle in the UK environmental law and policy», en Gray, T. (ed.), *UK Environmental Policy in the 1990s*, Macmillan, London, pp. 57-84.
- Kamto, M. (1993). «Les nouveaux principes du droit international de l'environnement», *RJE*, pág. 12.
- Kersbergen, K. V. y Waarden, F. V. (2004). «Governance as a bridge between disciplines: Cross-disciplinary inspiration regarding shifts in governance and problems of governability accountability and legitimacy», *European Journal of Political Research*, vol. 43, pp. 143-171.
- Klimovsky, G. (1994). *Las desventuras del conocimiento científico*, A-Z Editora, Buenos Aires.
- Klubnikin, K. y Causey, D. (2002). «Environmental Security: Metaphor for the Millenium», *Seton Hall Journal of Diplomacy and International Relations*, Summer/Fall, pp. 104-133.
- Kriebel, D. et al. (2001). «The Precautionary Principle in Environmental Science», *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, n° 9, septiembre, pp. 871-876.
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*, The University of Chicago, Chicago.
- Lagadec, P. (1981). *La civilisation du risque*, Seuil.
- Lapuente, G. (2006). «Presupuestos epistemológicos del principio de precaución», *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I*, Mesa 8, 19-23 junio.
- Lascoumes, P.; Callon, M.; y Barthe, Y. (2009). *Acting in an uncertain world: an essay on technical democracy*, MIT Press.
- Latour, B. (1983). «Give Me a Laboratory and I will Raise the World», en Knor-Cetina, K. y Mulkay, M. (eds.), *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*, Sage, Londres, pp. 141-170.
- Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*, Milton Keynes, Open University Press.
- Latour, B. (1999). *Politiques de la nature: Comment faire entrer les sciences démocratie*, La Découverte, París.
- Latour, B. (2000). «Du principe de précaution au principe du bon gouvernement: vers de nouvelles règles de la méthode expérimentale». (Disponible en <http://www.bruno-latour.fr/poparticles/poparticle/p088.html>).
- Laudan, L. (1978). *Progres and its problems*, Univesity of California Press.

- Laudan, L. (1984). *Science and values*, Harvard University Press, Cambridge.
- Leff, E. (1998). *Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*, Siglo XXI, PNUMA, CIICH, México.
- Leff, E. (2005). «Complejidad, racionalidad y diálogo de saberes», *I Congreso Internacional Interdisciplinar de Participación, Animación e Intervención Socioeducativa*, Barcelona.
- Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental*, Siglo XXI, México.
- Lepage, H. (2001). «Vache folle et principe de précaution: la fin du règne du droit», *Bulletin de l'ALEPS*, n° 96, avril, pp. 2-23.
- Leydesdorff, L. (1997). «The new communications regime of university-industry-government relations», en Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L., *Universities and the Global Knowledge Economy. A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*, Londres, pp. 106-117.
- Leydesdorff, L. y Etzlpwitz, H. (1996). «Emergence of a Triple Helix of University-industry-government Relations», *Science & Public Policy*, vol. 23, pp. 279-286.
- Lippmann, W. (1945). *Public opinión*, Macmillan, Nueva York.
- Linares, J. E. (2013). «Hacia una ética cosmopolita de la sostenibilidad», *Argumentos de Razón Técnica*, n° 16, pp. 13-35.
- López, J. A. (1999). «Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad», *Revista Iberoamericana de Educación*, 20, mayo-agosto, pp. 217-225.
- López, J. A. (2007). «Gobernabilidad en la sociedad del conocimiento», *Eidos*, n° 6, pp. 122-147.
- Majone, G. (2002). «What price safety? The precautionary principle and its policy Implications», *Journal of Common Market Studies*, 40, pp. 89-109.
- Marchant, G. E. (2001). «The precautionary principle: an unprincipled approach to biotechnology regulation», *Journal of Risk Research*, 45, pp. 143-157.
- Marchant, G. E. y Mossman, K. L. (2004). *Arbitrary and Capricious: The Precautionary Principle in the European Union Courts*, AEI Press, Londres.
- Marcos, A. (2013). *Ciencia y acción. Una filosofía práctica de la ciencia*, 1ª reimpresión, Fondo de Cultura Económica, México.
- Marino, S. (2011). *Gadamer and the Limits of the Modern Techno-Scientific Civilization*, Peter Lang, Berna.
- Marquard, O. (2012). «El escepticismo como filosofía de la finitud», en Marquard, O., *Individuo y división de poderes. Estudios filosóficos*, Editorial Trotta, Madrid, pp. 17-24.
- Martínez, J. (2000). «Prólogo a la edición española», en Funtowicz, S. y Ravetz, J. R., *La ciencia posnormal, Ciencia con la Gente*, Icaria, Barcelona, pp. 11-16.

- Martínez, F.; Ortiz, E.; y González, A. (2007). «Hacia una epistemología de la transdisciplinariedad», *II Taller transdisciplinario sobre el enfoque de la complejidad*, 20-22 de febrero, Camagüey (Cuba).
- Martuzzi, M. (2007). «The precautionary principle: in action for public health», *Occupational and Environmental Medicine*, 64, pp. 569-570.
- Maxwell, N. (1984). *From Knowledge to Wisdom: A Revolution in the Aims & Methods of Science*, Oxford.
- McCarthy, T. (2013). *La teoría crítica de Jürgen Habermas*, Tecnos, Madrid.
- McDonnell (1991). «Risk management and the precautionary principle: coping with decisions», en R. Harding, R. y Fisher, L. (eds.), *The Precautionary Principle*, Sydney, University of New South Wales Press, pp. 180-195.
- Merton, R. K. (1973). «The Normative Structure of Science», en Merton, R. K., *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, University of Chicago Press, Chicago, pp. 267-268.
- Mitchan, C. y Briggles, A. (2007). «Ciencia y política: perspectiva histórica y modelos alternativos», *Revista CTS*, 8, vol. 3, abril, pp. 143-158.
- Mol, A. (1997). «Ecological Modernization: Industrial Transformations and Environmental Reform», en *International Handbook of Environmental Sociology*, Redclift, M. y Woodgate, G. (eds.). Edward Elgam Publishing.
- Montesinos, J. L. (2010). «Husserl 1934: la tierra no se mueve», *XIX Seminario Orotava de Historia de la Ciencia*, enero-junio, Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.
- Morin, E. (1991). *Las ideas*, Cátedra, Madrid.
- Morin, E. (1995). «Sobre la interdisciplinariedad», *Revista Complejidad*, año 1, n° 0, pp. 4-9.
- Morin, E. (1998). *Articular los saberes*, Universidad del Salvador, Buenos Aires.
- Mumford, L. (1970). *The myth of the machine*, Harcourt Brace, Javonovich, Nueva York.
- Mumford, L. (1992). *Técnica y civilización*, Alianza, Madrid.
- Nowotny, H.; Scott, P. y Gibbons, M. (2001). *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an age of Uncertainty*, Polity Press, Cambridge.
- O'Riordan, T. (1994). «The precautionary principle in environmental management», en Ayres, R. U. y Simonis, U. E. (eds.), *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*, Tokyo, The United Nations University.
- O'Riordan, T. y Jordan, A. (1995). «El principio de precaución en la política ambiental contemporánea», *Environmental Values*, vol. 4, n° 3, pp. 191-212.

- O’Riordan, T y Cameron, J. (eds.) (2006). *Interpreting the Precautionary Principle*, Earthscan Publications, Londres.
- Ortega y Gasset, J. (1970). «Meditación sobre la técnica», *Obras completas V*, Revista de Occidente, Madrid.
- Peirce, Ch. S. (1955a). «The Scientific Attitude and Fallibilism», en Buchler, J. (ed.), *Philosophical Writings of Peirce*, Dover, Nueva York, pp. 42-59.
- Peirce, Ch. S. (1955b). «Some Consequences of Four Incapacities», en Buchler, J. (ed.), *Philosophical Writings of Peirce*, Dover, Nueva York, pp. 228-250.
- Peterson, M. (2007). «The precautionary principle should not be used as a basis for decision-making», *EMBO Reports, European Molecular Biology Organization*, 8, pp. 305-308.
- Piaget, J. (1990). *La equilibración de las estructuras cognitivas*, Siglo XXI, México.
- Popper, K. (1934). *Logik der Forschung. Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft*, Springer - Verlag Wien, Viena.
- Popper, K. (1985). *Realismo y el objetivo de la ciencia*, Tecnos, Madrid.
- Putnam, H. (1988). *Razón, verdad e historia*, Tecnos, Madrid.
- Quine, W. V. O. (1984). *Desde un punto de vista lógico*, Orbis, Barcelona.
- Quintero, C. A. (2010). «Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia», *Zona próxima. Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del norte*, n° 12, enero-junio, pp. 221-239.
- Ramos, R. (2002). «El retorno de Casandra: modernización ecológica, precaución e incertidumbre», en García, J. M. y Navarro, P. (eds.), *¿Más allá de la Modernidad?*, CIS, Madrid, pp. 403-455.
- Raffensperger, C. y Tickner, J. (eds.) (1999). *Protecting Public Health and the Environment: Implementing the Precautionary Principle*, Island Press, Washington, DC.
- Ravetz, J. R. (1979). *Scientific knowledge and its social problems*, Oxford, Oxford University, Oxford.
- Reichenbach, H. (1938). *Experience and prediction*, University of Chicago Press, Chicago.
- Rescher, N. (1984). *The Limits of Science*, University of California Press, Berkeley.
- Rockström, J. et al. (2009). «Planetary Boundaries: Exploring the safe operating space for humanity», *Ecology and Society*, in Press 14<sup>th</sup> September 2009.
- Rodríguez, F. J. (2004). «Normatividad en filosofía de la ciencia: el caso de la ciencia reguladora», *Theoria*, 50, pp. 173-190.
- Roqueplo, Ph. (1983). *El reparto del saber. Ciencia, cultura, divulgación*, Gedisa, Barcelona.

- Roszak, T. (1970). *El nacimiento de una contracultura*, Kairós, Barcelona.
- Russo, J. y Russo, R. O. (2009). «In dubio pro natura: un principio de precaución y prevención a favor de los recursos naturales», *Tierra Tropical*, 5 (1), pp. 23-32.
- Sadeleer, N. (1999). *Les principes du pollueur-payeur, de prévention et de précaution*, Bruylant, Paris-Bruselas.
- Sadeleer, N. (2000). «Reflexiones sobre el estatuto jurídico del principio de precaución», *Revista de Derecho Ambiental*, n° 25, pp. 9-38
- Sadeleer, N. (2002). *Environmental Principles*, Oxford University Press, Oxford.
- Sadeleer, N. (2007). *Implementing Precaution. Approaches from Nordic Countries, the EU and USA*, Earthscan, Londres.
- Sandin, P. et al. (2002). «Five charges against the precautionary principle», *Journal of Risk Research*, 5, pp. 287-299.
- Sarewitz, D. (1996). *Frontiers of Illusion: Science, Technology, and the Politics of Progress*, Temple University Press, Filadelfia.
- Sevilla, E. (2006). *De la sociología rural a la agroecología*, Icaria, Barcelona.
- Shinn, T. (2002). «The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepackaged Thinking of Science and Technology», *Social Studies of Science*, vol. 32, n° 4, pp. 599-614.
- Snow, C. P. (1964). *The two Cultures: and a second look*, Cambridge University Press.
- Sokal, A. D. (1996). «Transgressing the Boundaries: Toward a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity», *Social Text*, 46/47, Duke University Press, pp. 217-252.
- Sokal, A. y Bricmont, J. (1997). *Impostures intellectuelles*, Odile Jacob, Paris. (*Imposturas intelectuales*, 1999, Paidós, Barcelona).
- Solla Price, D. J. (1961). *Science since Babylon*, Yale University Press, New Haven.
- Solla Price, D. J. (1963). *Little Science, Big Science*, Columbia University Press, New York.
- Stehr, N. (1994). *Knowledge Societies*, Sage, Londres.
- Stiglitz, J. E. (2004). *The Future of the Global Governance*, IPD Working Paper.
- Sunstein, C. S. (2003). «Beyond the precautionary principle», *University of Pennsylvania Law Review*, 151, pp. 1003-1058.
- Todt, O. et al. (2010). «Valores no epistémicos en la ciencia reguladora y en las políticas públicas de ciencia e innovación», *Argumentos de Razón Técnica*, n° 13, pp. 41-56.
- Trouwborst, A. (2009). «The relationship between the precautionary principle and the preventative principle in international law and associated questions», *Erasmus Law Review*, vol. 2, 2, pp. 105-128.

- Trouwborst, A. (2006). *Precautionary Rights and Duties of States*, Martinus Nijhoff Publishers, Leiden/Boston, pp. 21-161.
- Vlek, C. (2009). «A precautionary-principled approach towards uncertain risks: review and decision-theoretic elaboration», *Erasmus Law Review*, vol. 2, 2, pp. 129-170.
- Weinberg, A. M. (1972). «Science and trans-science», *Minerva*, 10, pp. 209-222.
- Weinberg, S. (1993). *Dreams of a Final Theory*, Hutchinson, Londres.
- Weiss, C. (2003). «Scientific uncertainty and science-based precaution», *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 3.
- Winner, L. (1977). *Tecnología autónoma*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
- World Commission on Environment and Development (WCED) (1987). *Our Common Future*, Oxford University Press, New York.
- Woolgar, S. (1992). *Ciencia: abriendo la caja negra*, Anthropos, Barcelona.
- Wynne, B. (1992). «Uncertainty and environmental learning: reconceiving science in the preventive paradigm», *Global Environmental Change* 2, June, pp. 111-127.
- Wynne, B. (1997). «Incertidumbre y aprendizaje ambiental. Reconcebir la ciencia y la política en un paradigma preventivo», en González García, M. *et al.* (eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Ariel, Barcelona, pp. 196-183.
- Ziman, J. (1994). *Prometheus Bound: Science in a Dynamic Steady State*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Ziman, J. (2000). *Real Science: What it is, and What it Means*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Ziman, J. (2003). «Ciencia y sociedad civil», *Isegoría*, 28, pp. 5-17.





Este libro se terminó de imprimir  
en Santiago de Chile,  
en enero de 2019

Teléfono: 22 22 38 100 / ril@rileditores.com

Se utilizó tecnología de última generación que reduce el impacto medioambiental, pues ocupa estrictamente el papel necesario para su producción, y se aplicaron altos estándares para la gestión y reciclaje de desechos en toda la cadena de producción.

**E**l principio de precaución guarda relación con un nuevo humanismo que se basa en la duda como principio propedéutico y como ejercicio activo. Es un instrumento epistemológico de primer orden para entender la interrelación entre el sistema ciencia-tecnología con el medio ambiente y la salud humana. La ciencia contemporánea es consciente de que no proporciona soluciones definitivas o concluyentes, por lo que si no conocemos el alcance en el espacio y en el tiempo de nuestras acciones, debemos aplicar el principio de precaución. Este nos obliga, entonces, a instalarnos definitivamente en la duda y en la provisionalidad, en la incertidumbre y en el no saber. Una duda feraz y productiva, como lo fue en el caso de Descartes, que nada tiene que ver con el escepticismo, sino con el impulso constante hacia la búsqueda de la certeza y una nueva forma de gobernanza. Los principios de la certeza sustituyen a los principios dogmáticos e inmovilistas de la verdad en el concepto de ciencia posmoderna, convirtiendo a la duda en el eje epistemológico en las relaciones entre el sistema ciencia-tecnología y la sociedad.



RiL editores



Centro de Comunicación  
de las Ciencias

Universidad Autónoma de Chile

ISBN 978-956-01-0655-1



9 789560 106551