

## **Riesgos siconaturales. Una discusión interdisciplinaria sobre el rol de la ciencia, la tecnología y el Derecho en periodos de crisis**

Julian Cortés Oggero<sup>1</sup>, Juliette Marín Ríos<sup>1</sup>,  
Jaime Campos Muñoz<sup>1,2</sup>, Enrique Aliste Almuna<sup>3</sup>

*Quando creíamos que teníamos todas las respuestas,  
de pronto, cambiaron todas las preguntas.  
Mario Benedetti*

En el contexto de la crisis mundial provocada por la COVID-19 y a partir de estudios de desastres siconaturales pasados, proponemos una reflexión interdisciplinaria acerca de algunos problemas recurrentes y estructurantes que deberían llevarnos a cambios tanto en la producción científica como en la institucionalidad.

La actual crisis mundial por el SARS-CoV-2 ha develado tener ribetes no solo sanitarios, sino de impactos asimilables a contextos de desastres siconaturales, en los que “la normalidad” ha sido naturalizada bajo situaciones de excepción y, por consiguiente, ha forzado a gobiernos, sistemas jurídicos, instituciones, sociedades, mercados, etc.,

---

<sup>1</sup> Investigador/ra Programa Riesgo Sísmico, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

<sup>2</sup> Profesor Titular, Departamento de Geofísica, director del Programa Riesgo Sísmico, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

<sup>3</sup> Profesor Asociado y director del Departamento de Geografía, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.

a improvisar respuestas y/o mecanismos para hacer frente a eventos extremos y de poca probabilidad de ocurrencia.

Es debido a ello que el presente trabajo colaborativo intenta analizar, a la luz de la experiencia en el estudio de los desastres siconaturales y el trabajo con miras al desarrollo de herramientas de inter y transdisciplina, posibles interpretaciones que coadyuven a la comprensión del actual contexto de emergencia sanitaria global. A este respecto comenzamos realizando breves apuntes en torno al problema de la incertidumbre y la ciencia, para luego desarrollar en plenitud ese eje en relación con el Derecho y la institucionalidad generada para dar cuenta o ser solución a los problemas de la sociedad compleja.

### **Las nuevas incertidumbres de un mundo hiperconectado**

La pandemia causada por el coronavirus en 2019 y 2020 nos confronta con viejas preguntas, como el rol del Estado, el quehacer científico y las desigualdades socioespaciales, a la vez que aporta renovados cuestionamientos, como la relación con lo no-humano, la necropolítica, la reproducción social de la vida y los trabajos de cuidado, la militarización del orden público, el cierre de fronteras, el resurgimiento de los nacionalismos, entre otros.

Los primeros meses de 2020 marcaron las sociedades de los cinco continentes, representando una expresión radical de la globalización propia de la modernidad, es decir, la hiperconexión de sistemas sociotécnico-ecológicos a escala global (Helbing, 2013). Un fenómeno que ocurre en un lugar dado puede tener alcances en otros territorios. Esta es una forma de “teleacoplamiento”, es decir, de acoplamiento a distancia de sistemas, concepto desarrollado en el campo de estudio de sustentabilidad para caracterizar las interacciones complejas entre fenómenos socioambientales, socioeconómicos, ecológicos, etc., a través de escalas espacio-temporales amplias y con relaciones no lineales, relacionando, por ejemplo, los acuerdos bilaterales entre Brasil y China, el auge de la exportación de soja de Brasil a China y el cambio

de uso de suelo en Brasil, con impactos en mercados internacionales, en ecosistemas locales, en la emisión global de dióxido de carbono o en el consumo mundial de cerdo (Liu et al., 2013). Asimismo, la transición ecológica de ciudades del “Norte global” se puede relacionar con la promoción de la electromovilidad, el alza de la explotación del litio en lugares como el desierto de Atacama, las presiones hídricas de las faenas mineras en un ecosistema extremadamente delicado y la sustentabilidad de las comunidades indígenas que habitan ese territorio (Agusdinata et al., 2018).

Esta globalización moderna se construye y se expresa, en gran parte, a través de un desarrollo importante de las tecnologías de la información y comunicación, ofreciendo nuevas formas relacionales, pero también nuevos riesgos sistémicos y eventos extremos, con consecuencias más allá del lugar en que se han producido. Tendencias como el aumento de densidad de las redes, el uso difuso de los recursos, la mayor complejidad y especialización tecnocientífica, la aceleración de los procesos de decisiones institucionales, la deslocalización del trabajo, entre otras, pueden llevar los sistemas antropogénicos (creados o influenciados por el actuar humano) hacia inestabilidades sistémicas, es decir fuera de control, cuyas trayectorias no pueden ser evaluadas ni direccionadas.

Esto contribuye a fortalecer la percepción de pérdida de control sobre los sistemas sociotécnicos que eventos como los desastres asociados a terremotos permiten ilustrar. El desastre del 11 de marzo de 2011 en Japón interconecta así un megaterremoto de magnitud Mw=9.0, un tsunami que arrasó una vasta zona costera, más de 15.000 personas muertas, un corte eléctrico de la central nuclear Fukushima Daiichi, una serie de accidentes nucleares en dicha instalación, una contaminación radioactiva de suelos, aire y aguas del Pacífico (Funabashi & Kitazawa, 2012), pero también un corte del suministro eléctrico nipón, que llevó a la paralización de industrias en Asia, rompiendo las cadenas de abastecimiento de la industria automotriz, lo que a su vez generó el cierre de fábricas en Estados Unidos, con impacto en la cesantía local y la vida de quienes trabajan en esas fábricas (Boehm et al., 2016).

Estos efectos en cadena son de consecuencias complejas, tanto por sus causalidades poco predecibles en su totalidad antes del evento, como por la multitud de agentes, actores, lugares en juego.

Esta complejidad ha llevado a entender que los desastres siconaturales dicen relación con diferentes dimensiones de la academia: numerosos estudios, posteriores al megaterremoto del 27 de febrero de 2010 en Chile, han logrado analizar este desastre desde disciplinas variadas: desde sus dimensiones geofísicas y geográficas (Ruiz et al., 2012; Serey et al., 2019; Soto et al., 2015), estructurales (Astroza, et al., 2012; Boroschek et al., 2012), urbanas y habitacionales (Tapia, 2014; Garay, 2015), hasta la reconstrucción y su efecto en el habitar (Salgado, 2014; Imilan et al., 2015), entre otras. Destaca de una visión panorámica de estos estudios la importancia de ahondar en la comprensión del riesgo desde miradas que se hagan cargo de su multiescalaridad (desde lo más personal y afectivo hasta escalas territoriales, nacionales y globales) y multidimensionalidad, necesitando para ello del desarrollo de métodos nuevos de observación y análisis, que permitan hacerse cargo de una complejidad de la realidad que no puede ser fragmentada dentro de las categorías disciplinares tradicionales (aproximaciones y metodologías inter y transdisciplinarias, ver figuras 1 y 2)<sup>4</sup>.

## Formas en la Ciencia

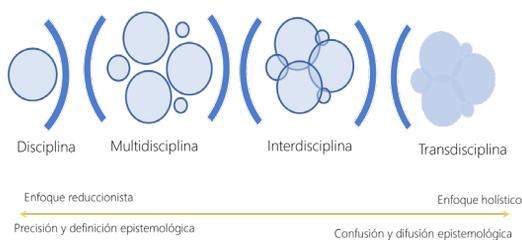
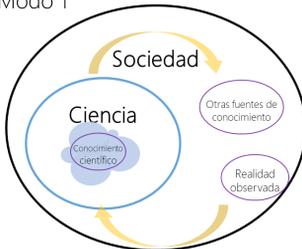


Figura 1. Formas en la ciencia: disciplina, multidisciplinaria, interdisciplinaria y transdisciplinaria

<sup>4</sup> Basada en los diagramas realizados por el Núcleo de Estudios Sistémicos Transdisciplinarios (NEST R<sup>3</sup>). Agradecemos a Anahí Urquiza, Catalina Amigo y Marco Billi por ceder el uso de las imágenes. Para un análisis más acabado del tema, véase: Urquiza, A. et. al. 2018. Metálogo como herramienta de colaboración transdisciplinaria. *Cinta Moebio*, 62: 182-198. DOI: 10.4067/S0717-554X2018000200182.

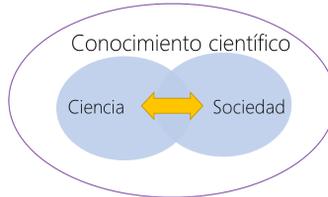
## Formas de la Transdisciplina

Modo 1



*Enfoque constructivista (modo 1): el conocimiento es socialmente determinado y, a su vez, determina a la sociedad; la ciencia es uno de los sistemas que componen la sociedad y una de las formas de conocer.*

Modo 2



*Enfoque democrático (modo 2): la ciencia y la sociedad interactúan en un mismo nivel, como formas distintas de producir conocimiento.*

Figura 2: Formas de la transdisciplina.

Gracias a estas perspectivas, pueden surgir problematizaciones nuevas que permiten observar relaciones no triviales y necesarias de analizar para comprender los procesos contemporáneos, en particular aquellos relacionados con los riesgos de desastres siconaturales. Estos aprendizajes, a partir del estudio de desastres pasados, son claves a la hora de pensar el actuar científico en periodo de crisis, ya que, si no se avanza en cambios estructurales de la institucionalidad del conocimiento científico, la comunicación de éste puede ser un factor importante de riesgo, como se pudo observar gracias a una investigación interdisciplinaria de la secuencia sísmica y crisis de Aysén de 2007 (Marín et al., 2020).

En definitiva, estas lecturas contemporáneas de un mundo hiperconectado, en el que los riesgos pueden aparecer y comunicarse por estas múltiples redes, hacen resonancia con la propuesta del sociólogo Ulrich Beck acerca de la entrada del riesgo como factor constitutivo de la sociedad moderna (1998). Desde su perspectiva, la modernidad avanzada —o modernidad tardía— se caracteriza por una

nueva relación con el riesgo, que se vuelve parte constitutiva de la producción social de riqueza. El riesgo entra así en todas las esferas de la vida, de la alimentación al urbanismo, del trabajo a la tecnología, del narcotráfico a la ecología. Esta expansión del riesgo lo vuelve global en la medida en que nadie —ninguna escala, ningún lugar, ningún grupo social— puede extraerse completamente del riesgo: “La sociedad del riesgo es una sociedad catastrófica. En ella, el estado de excepción amenaza con convertirse en el estado de normalidad” (p. 30).

Para Beck, las percepciones del riesgo global se caracterizan por la deslocalización del riesgo y su incalculabilidad. La deslocalización del riesgo es espacial, en la medida en que sus causas y consecuencias no se limitan a un lugar o espacio geográfico, no respetan naciones, Estados o fronteras; es temporal, ya que tiene un periodo largo de latencia, y es social porque no se puede asignar con precisión causas ni consecuencias, por la complejidad de los sistemas sociotécnicos y la longitud de las cadenas de efectos. La incalculabilidad del riesgo se debe a que las consecuencias de acciones y decisiones actuales son imprevisibles, inciertas, inconmensurables. Estas dos características de la percepción del riesgo llevan a su omnipresencia en nuestras sociedades: la amenaza puede surgir de lo insospechable, en cualquier instante, en cualquier lugar.

En esta sociedad del riesgo global, la resiliencia aparece entonces como el modo necesario de estar en el mundo. Al mismo tiempo, su omnipresencia nos enfrenta a nuevas preguntas: ¿cómo habitar un mundo en crisis? ¿Qué es la cotidianeidad, la normalidad, si la crisis ya no es excepción, sino que normalidad? ¿Qué rol debe y puede cumplir la ciencia para proponer vías de respuestas a estas preguntas sociales mayores? ¿Qué ciencia se necesita en este contexto de incertidumbre extrema?

### **Desafíos científicos, éticos y sociales de la ciencia posnormal**

Para responder a la pregunta por la construcción del conocimiento científico, Thomas Kuhn distingue diversas modalidades

de funcionamiento de las ciencias. En su modalidad “normal”, la ciencia produce conocimiento desde una comunidad científica reconocida dentro de espacios académicos validados, por medios de criterios de aprobación por pares, requisitos de publicación y protocolos que garantizan la replicabilidad de sus pruebas. Las comunidades científicas se conforman así por “paradigmas”, es decir, realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante mucho tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica. Esta construcción de la ciencia normal no es permanente, ya que se presentan reiteradamente fenómenos que no pueden ser asimilados por los paradigmas, que aparecen como anomalías y que van creciendo hasta poner en entredicho el paradigma bajo el cual se plantearon. La emergencia de estas anomalías cambia la modalidad de la ciencia, que deviene “extraordinaria” o “en crisis”. El cambio de un paradigma a otro constituye una revolución científica (1962).

Este modelo de desarrollo científico plantea desde ya problemas a la investigación científica de crisis siconaturales. Efectivamente, las temporalidades de producción científica normal (de los proyectos de investigación, formulación de hipótesis, experimentación, publicación, debate dentro de una comunidad científica) corresponden a escalas de años y décadas, mientras que las crisis, las contingencias, se caracterizan por plazos cortos (días en el caso del desastre nuclear de Fukushima, meses en el caso de la crisis de Aysén 2007 o de la pandemia por la COVID-19). Esta incompatibilidad de temporalidades lleva a la percepción de que, en momentos de crisis, la ciencia no logra avanzar suficientemente rápido y dar las respuestas que las sociedades exigen. Las exigencias no se adecuan al funcionamiento normal de la ciencia, que necesita periodos largos para construir teorías y conocimientos científicos.

Además, si la modernidad se acompaña por el protagonismo acordado a las ciencias —y particularmente al método científico—, que se establece como medio privilegiado de conocimiento de la realidad, en la segunda mitad del siglo XX distintas perspectivas cuestionaron las formas de producción de las verdades científicas, mostrando los sesgos

estructurales que existen en la academia y los vínculos entre saber científico, relaciones de poder y dominación (Harding, 1986; Haraway, 1995; Leff, 2007; De Sousa Santos, 2010).

De modo más general, es la oposición binaria entre saber y poder del humanismo y racionalismo modernos lo que el pensamiento posmoderno viene a romper, demostrando así cómo saber y poder están íntimamente vinculados y son interdependientes:

[existe] una perpetua articulación del poder sobre el saber y del saber sobre el poder. No basta con decir que el poder tiene necesidad de éste o aquel descubrimiento, de esta o aquella forma de saber, sino que ejercer el poder crea objetos de saber, los hace emerger, acumula informaciones, las utiliza. [...] El ejercicio del poder crea perpetuamente saber e inversamente el saber conlleva efectos de poder. (Foucault, 1975, p. 99)

Es así como desde las ciencias y tecnologías se abordan los hechos científicos como constructos o artefactos inmersos en redes sociotécnicas, es decir, que “remiten siempre a una finalidad, un uso por el cual fueron concebidos, al mismo tiempo que son un término intermedio de una larga cadena que asocia personas, productos, herramientas, máquinas, monedas” (Akrich, 2006, p. 159). El saber científico es entonces situado, se crea en un contexto, por actores humanos y no humanos (por ejemplo, las instituciones), dentro de procesos colectivos, mediados por personas e instrumentos, procesos intencionales y en disputa (Morgan & Morrison, 1999). Esto lleva a la generación constante de controversias en las que no se ponen en disputa solamente los hechos científicos, sino que entran en juego una serie de intereses (personales o colectivos), sesgos y valoraciones, motivaciones, incentivos (Latour, 1987).

Para Funtowicz y Ravetz (1993), la actividad científica depende de los desafíos sociales, y actualmente los más importantes son aquellos relativos al riesgo ambiental global y la equidad de los pueblos. Ante los desafíos epistémicos y éticos de la crisis socioambiental global, el actuar

de la ciencia debe asumir una posición en ningún caso neutral, ya que “los hechos son inciertos, los valores están en disputa, lo que se pone en juego es alto y las decisiones son urgentes” (Funtowicz & Ravetz, 1993, p. 36).

Esto debe llevar a la formulación de una nueva forma de hacer ciencia, la “ciencia posnormal”, renegando de las separaciones disciplinarias tradicionales que llevan a un abordaje reduccionista de la realidad, para avanzar hacia la construcción de cosmovisiones sistémicas, sintéticas y humanísticas. Es una invitación a un giro científico hacia la complejidad, cuya base es la impredecibilidad, el control incompleto y la pluralidad de perspectivas legítimas.

Finalmente, se puede distinguir una modalidad reguladora de la ciencia (Jassanof, 1995), a cargo la fundamentación de la toma de decisiones y que ha caracterizado la tendencia, en la última década, a las exigencias hacia el conocimiento científico producido para responder a situaciones de desastres. Un buen ejemplo es el caso de la controversia vinculada al origen del fenómeno geofísico de la secuencia sísmica de Aysén, en 2007 (Marin et al., 2020), o con el caso polémico de los sismólogos condenados tras el terremoto de L’Aquila, en 2009, por “homicidio por imprudencia”, debido a la incertidumbre asociada a sus diagnósticos de riesgo sísmico.

## **El Derecho, la institucionalidad, el riesgo siconatural y la complejidad social**

Referirse a los riesgos siconaturales nos interpela por la complejidad social y, en los ámbitos jurídicos e institucionales, es el reconocimiento del riesgo como un agente perturbador en sus estructuras tradicionales e inhibidor de progreso, desarrollo y bienestar social, puesto que el “elemento riesgo” —una especie de “caballo de Troya” de la incertidumbre, potenciado aún más en ocasiones con las controversias científicas—, introducido en la ecuación de la toma de decisiones por parte de la administración del Estado, no solo ha causado mella en el rol de éste como garante de la seguridad de los

administrados, sino que también ha dañado el corazón del Derecho, esto es, de la seguridad jurídica.

Como sostiene Esteve Pardo (2009), si bien esta inexcusable función decisoria del Derecho (y por consecuencia del Estado) es uno de los pilares de su grandeza, en el contexto de una sociedad compleja y funcionalmente diferenciada (Luhmann, 2007), es asimismo una de sus servidumbres gravosas cuando —precisamente— esa decisión debe adoptarse en contextos dominados por controversias científicas, presiones sociales, desconocimientos e incertidumbres. Esto lo vemos amplificado en políticas públicas desacopladas de las necesidades reales de las personas y la poca integración ciudadana en materias claves, como la reducción de riesgos de desastres, la (débil) deficiente institucionalidad para el conocimiento de los riesgos siconaturales basados en datos y ciencia, etc.

Por consiguiente, ¿cuál es, entonces, el rol de la ciencia, la tecnología, el Derecho y una institucionalidad del conocimiento en una sociedad compleja? Por supuesto, la respuesta no es sencilla, ni mucho menos abordable en un ensayo como éste; más bien vale el cuestionamiento. Asimismo, si bien esta pregunta es extremadamente delicada para quienes intentamos abordarla desde el estudio de los riesgos y desastres siconaturales, resulta sumamente interesante replantearla a la luz de la situación actual, en la cual la gran mayoría —sino la totalidad de los países— están afectados por la pandemia provocada por el SARS-CoV-2. Y si a lo anterior sumamos los cuestionamientos al manejo y/o fórmulas<sup>5</sup> que los distintos gobiernos han implementado para enfrentar esta catástrofe sanitaria, resulta más pertinente que nunca inquirir sobre este asunto, con el fin de arrojar luces, no para responder, sino para comprender el desafío que tenemos por delante.

---

<sup>5</sup> Actualmente, bullados casos en países como Chile, Perú, Estados Unidos de Norteamérica, España o Francia tienen en curso distintos procesos judiciales, políticos y administrativos con el objetivo de investigar eventuales faltas y/o delitos y atribuir responsabilidades penales, administrativas y/o políticas de autoridades, producto de sus actuaciones en el manejo de la emergencia sanitaria en sus respectivas naciones.

Vamos al desglose de los cuestionamientos planteados.

Primero que todo, reconociendo el trabajo de Luhmann (1998, 2007) en torno al carácter complejo y funcionalmente diferenciado de la sociedad contemporánea, sostenemos que dicha sociedad está conformada por subsistemas que cumplen funciones específicas; este sería el caso de los sistemas político, jurídico, científico, económico, etc. Asimismo, como condición para el cumplimiento de sus funciones, estos subsistemas están clausurados operativamente y determinados estructuralmente, conservando, no obstante, una apertura cognitiva respecto a su entorno —configurado por los otros subsistemas—, el que es procesado mediante el código dominante de cada subsistema (poder/no poder, legal/no legal, verdad/no verdad y pago/no pago, medible/no medible, modelable/no modelable y así respectivamente). Bajo esta lógica, cada uno de estos subsistemas siguen una racionalidad fundada en su propia forma de observación de la realidad; es decir, cada sistema parcial, a partir de la aplicación de su código, genera su propio punto de observación respecto de la totalidad del mundo, lo que impide la constitución de una racionalidad uniforme y unívoca para enfrentar los problemas de la sociedad (Arnold y Urquiza, 2010). La consecuencia epistemológica de este razonamiento nos deriva a un “constructivismo radical”, una versión radicalizada de la “construcción social de la realidad” (Berger y Luckman, 2001; Hacking, 2001), pues todo conocimiento no es más que una construcción interna del mundo exterior. Sin embargo, la ciencia presenta una singularidad en este sentido, pues utiliza el metalenguaje de las matemáticas, que tiene un carácter ubicuo en la construcción de coherencia interna en todos los subsistemas.

Por ello, no obstante la tendencia hacia una globalización económica, la mundialización política y la influencia de las tecnologías de la información y de la comunicación, la sociedad moderna adolece de una racionalidad global que permita simbolizar el mundo de manera única para los distintos dominios comunicacionales, como antes podían hacerlo la religión o la moral.

Estos sistemas parciales —o subsistemas del sistema social— son autónomos e interdependientes entre sí: autónomos porque sus operaciones dependen de sí mismos, e interdependientes porque requieren del funcionamiento de los otros sistemas parciales para la resolución de otros problemas que no les atañen, pero que, a la vez, posibilitan su emergencia como un dominio diferenciado. En definitiva, la construcción social de la realidad está fuertemente separada de la construcción psíquica de la realidad, sin perjuicio de que los procesos psíquicos y sociales coexistan, estén “acoplados”.

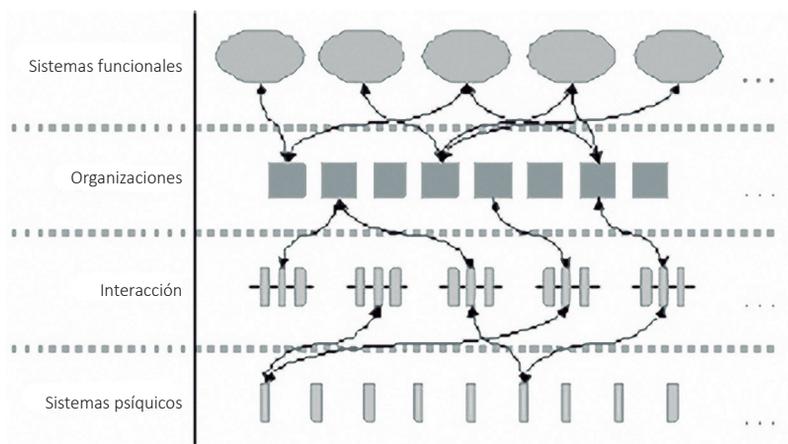


Figura 3: Niveles de formación de sistema<sup>6</sup>.

Fuente: Mascareño, A. 2006. Sociología del método: la forma de la investigación sistémica.

*Cinta de Moebius*, 26, 122-154.

<sup>6</sup> De acuerdo con Mascareño, las flechas indican las posibles relaciones de acoplamiento entre los distintos niveles de formación de sistemas. Las organizaciones pueden estar acopladas a distintos sistemas funcionales; por ejemplo, una empresa a la economía, pero si se trata de una ligada al mundo del arte también estará acoplada a la producción artística. Así como una universidad se acopla a la educación y la ciencia, también debe estarlo a la economía si desea subsistir, o a la política si pretende hacer investigación aplicada. Lo mismo sucede con los sistemas de interacción en relación con la organización. La lógica de acoplamientos funcionales exige determinadas interacciones en las organizaciones. Es decir, las expectativas de la comunicación funcional orientan la contingencia de la comunicación en una organización y lo que ella precisa de la interacción en esas contexturas.

¿Cómo conoce entonces el Derecho esta complejidad social? El Derecho, constituido en “sujeto epistémico”, conoce —accede— a la realidad independientemente de las conciencias individuales. El Derecho procesa autónomamente la información, crea mundos de sentido, fija objetivos y fines, produce construcciones de la realidad y define las expectativas normativas, todo con total autonomía de las construcciones de mundo que operan en la mente de los juristas. En definitiva, el Derecho es comunicación y nada más que comunicación, y bajo esta premisa las comunicaciones jurídicas son los instrumentos cognitivos mediante los cuales el Derecho “ve” y “construye” el mundo.

En este punto —y sin aún integrar el elemento “incertidumbre” que trae aparejado el riesgo— la dicotomía está servida: ¿cuál es la función del Derecho dentro de la sociedad compleja y sus desafíos? ¿Dirigir el comportamiento o estabilizar las expectativas normativas? Con respeto a todas las concepciones en torno al Derecho, optamos por los planteamientos de Luhmann (2005) y Teubner (2014; 2017), en orden a comprender la estabilización de las expectativas normativas como la función principal y diferenciadora del Derecho. Ello no significa que la dirección de comportamientos no sea relevante para el Derecho, sino que más bien es ésta una especie de “prestación” del sistema jurídico para los otros subsistemas que conforman el sistema social.

Resulta interesante traer a colación una anécdota que nos recuerda Esteve Pardo (2009). Cuenta que, en la primavera de 1636 la tranquilidad de la villa de Arceti —sur de Florencia—, hogar de Galileo Galilei, se vio alterada por la llegada de dos caballeros ingleses que pedían ser recibidos. Uno de ellos era el Duque de Devonshire y el otro su preceptor, un tal Thomas Hobbes. Si bien no hay registros del desarrollo del encuentro ni de las conversaciones sostenidas, sí hay certeza de que dichos encuentros fueron del agrado para los contertulios, pues las visitas se sucedieron en varias ocasiones, secundadas por sendos intercambios de correspondencia. Por aquel entonces los trabajos de Thomas Hobbes comenzaban a despuntar en los círculos de la filosofía política, destacando principalmente sus esfuerzos por fundamentar el Derecho y el poder público en criterios racionales, objetivos y universales, es decir,

sin referencia a concepciones teológicas o dinásticas, objetivo que por lo demás consideraba alcanzable, por cuanto veía con cierta fascinación los descubrimientos científicos de Copérnico, Kepler, Gassendi y el mismo Galileo.

Es decir, la ciencia moderna comenzaba a erigirse y distinguirse por su certeza, por una capacidad predictiva y la posibilidad de generar leyes objetivas y universales. Esta fascinación es la que traslada Hobbes al Derecho en su obra *Leviatán*, que para muchos inicia la filosofía política moderna.

De acuerdo con Esteve Pardo (2009), el Leviatán es el símbolo de la seguridad del Estado político, es la consagración del “principio de seguridad jurídica”; en otras palabras, es la piedra angular de toda una línea de pensamientos y realizaciones jurídico-políticas que acaban configurando las bases de los sistemas —revoluciones más o menos— en los cuales aún estamos instalados. Fue así como los grandes avances del Derecho y las grandes tecnologías de poder (Foucault, 2006) que dieron origen al Estado Nación fueron posibles por las certezas y seguridades de la ciencia. En otros términos, avalado por certezas y certidumbres, el sistema jurídico erigió a todos sus elementos —órganos, instancias, procedimientos, instituciones, etc.— en pos de la reducción de la complejidad social y la eliminación de las incertidumbres y controversias generadas por ésta (Kant, 1999), todo ello mediante la construcción de plataformas, presunciones, instancias, procedimientos, prácticas, referencias, etc. sobre las cuales fundar y sustentar sus decisiones, pues, como hemos advertido, por su función decisoria —de estabilización de expectativas normativas, mediante la atribución conforme a derecho/no conforme a derecho— no le es permitido convivir con la incertidumbre, mantenerla, darse las licencias y plazos de estudio (años) de otras disciplinas.

Por un lado, si bien la ciencia con sus avances, certezas y certidumbres fue de alguna manera “guiando” al sistema jurídico, por otro fue abriendo otros espacios inexplorados y respecto de los cuales debía hacerse cargo no solo ella, sino además el Derecho. Ahora bien,

entrados al siglo XX, paulatinamente empieza a percibirse un cambio de postura en la ciencia. De alguna manera Karl Popper (2003) nos da los primeros indicios de este cambio, a partir del impacto de los trabajos de Werner Heisenberg en la ciencia, diagnóstico que termina por confirmar Ilya Prigogine (2001) en los albores de la presente centuria. ¿Cuál era este diagnóstico? Parafraseando el libro de Prigogine, *El fin de las certidumbres*, como bien lo señala Wallerstein:

...en lugar de las certezas aparecieron las probabilidades; en lugar del determinismo, el caos determinista; en lugar de la linealidad, la tendencia a alejarse del equilibrio y la bifurcación; en lugar de las dimensiones de enteros, los fractales; en lugar de la reversibilidad, la flecha del tiempo. Y podríamos agregar, en lugar de la ciencia como una actividad fundamental distinta al pensamiento humanístico, la ciencia como parte de la cultura. (2005)

Es decir, la comprobación de que la ciencia ha dejado de perseguir la búsqueda de la verdad; por tanto, ya no ofrece certezas sino comprensión de las dinámicas subyacentes del mundo, probabilidades, comportamiento no lineal y la tendencia de los sistemas complejos a alejarse del equilibrio termodinámico.

Lo anterior es un golpe duro, brutal, para la ciencia jurídica y su soporte positivista, en lo que posiblemente por siglos haya sido su principal patrimonio. El Derecho, en su fascinación por la ciencia, erigido estructuralmente a su “imagen y semejanza” en cuanto a seguridad, acostumbrado a sus dictámenes certeros, categóricos e incontrarrestables, se ve ahora desconcertado, presionado y conmovido; la otrora fuente de sus certezas y seguridades es ahora el principal origen de las incertidumbres y controversias, manifestadas en un nuevo concepto: el riesgo.

Como hemos anticipado, el elemento “riesgo” introduce las controversias e incertidumbres en el Derecho y la institucionalidad, lo cual obliga al sistema jurídico a una especie de “nuevo contrato social” con la ciencia, cuya principal premisa es que los avances técnicos

y científicos han extendido enormemente el ámbito de acción —e intervención— humana a sectores que hasta hace décadas estaban fiados a procesos y/o fenómenos naturales, por lo que indefectiblemente también han ampliado la esfera de competencia del Derecho a estas áreas o zonas de controversias. Es lo que Ulrich Beck (1998, 2008) no tardó en conceptualizar como “sociedad del riesgo”. Como bien recalca Esteve Pardo:

Allí donde se impone la tecnología, hay decisiones, y allí donde hay decisiones que pueden afectar a terceros, o a valores y bienes de interés público, como pueda ser la salud, la integridad y dignidad de las personas, el medio ambiente o la ordenación de la economía, se plantean inexorablemente una serie de cuestiones que requieren de una regulación jurídica: quién decide, cómo decide, qué condiciones pueden imponerse a las decisiones, quién y cómo responde de las posibles consecuencias dañosas de esas decisiones, quién determina y evalúa esas consecuencias, etcétera. (2009, p. 40)

En definitiva, estos son los cuestionamientos que de un tiempo a esta parte el Derecho y la institucionalidad de los distintos países vienen tratando de responder: asumiendo esta pérdida de referencia de la ciencia como garante de la certeza, ¿quién decide? ¿Cómo se decide? ¿Para quién se decide? Y, ¿quién es responsable? Cada uno operando bajo distintas fórmulas y modalidades de acción, han intentado brindar respuestas mediante legislaciones, marcos de acción y sistemas de responsabilidad, los cuales no pueden superar el “estado de shock” en que ha caído el Derecho respecto de la ciencia. Para ¿quién decide?, la respuesta visceral es: “las autoridades establecidas legalmente”. Bien, y si las autoridades establecidas legalmente no se encuentran bajo los “cánones mínimos democráticos”, ¿sería la misma nuestra respuesta?

En otro orden, lo cierto es que también debemos reconocer que la utopía weberiana de un aparato burocrático-administrativo en extremo competente, dominante del conocimiento, la ciencia y la tecnología, no es más que eso, una utopía. La realidad de la sociedad contemporánea

ha mostrado y demostrado que dichos conocimientos han derivado en múltiples disciplinas tan específicas y particulares que exceden con creces las competencias del Estado, generándose al respecto toda una serie de organizaciones y agrupaciones paralelas del propio Estado. Ello nos lleva al ¿cómo se decide?, es decir, ¿decide el Estado con sus recursos y limitaciones? No podemos desconocer los avances que al respecto han tenido la institucionalidad y el Derecho para dar respuesta a los nuevos, diferentes y constantes desafíos que la sociedad contemporánea presenta: desde la generación de legislaciones y procedimientos para otorgar seguridad o certeza sobre las normas aplicables en la autorización de actividades y/o productos potencialmente riesgosos, pasando por modelos institucionales íntegramente estatales para la resolución de conflictos, hasta la total renuncia o delegación de facultades estatales a entes técnicos para decidir. Pero, el “baño de realidad” con el que se encuentra tanto el Derecho como las instituciones es precisamente el ya reseñado: es tal la dispersión y fragmentación del conocimiento que lamentablemente los cánones tradiciones de la institucionalidad y el Derecho no logran dar cuenta de ellas, cayendo asimismo en los mismos vicios de fragmentación normativa, contienda de competencias, lagunas y/o vacíos legales e institucionales, etc. Es entonces cuando emerge el ¿para quién se decide? ¿Para los ciudadanos o para los mercados? Considerando ciertas asimetrías legales de conocimiento, de acceso a la información, tanto institucionales como económicas, de acceso a los tribunales y/o mecanismos administrativos para la impugnación de decisiones, es capital que el Derecho y la institucionalidad, a la luz de estos temas cada vez más frecuentes, “democratice” las posibilidades de todos para conocer, acceder e impugnar.

Finalmente, la pregunta capital es ¿quién es responsable? Más allá del diseño de modelos de atribución de responsabilidad —sean derivados del análisis costo/beneficio, sean tributarios del principio de precaución— indefectiblemente hay aquí una pregunta por la justicia, una pregunta que no solo compete al Estado en su rol de garante de la paz social, sino a la sociedad toda y al tipo de sociedad que estamos dispuestos a construir para el siglo XXI. Ad portas de un proceso constituyente, es un guante que no podemos dejar de recoger.

## Bibliografía

- Agamben, G. (2010). *Estado de Excepción. Homo Sacer II, 1*. Valencia: Pre-Textos.
- Agamben, G. (2013). *Homo Sacer I. El poder soberano y la nuda vida*. Valencia: Pre-Textos.
- Agusdinata, D. B., Liu, W., Eakin, H. & Romero, H. (2018). Socio-environmental impacts of lithium mineral extraction: Towards a research agenda. *Environmental Research Letters*, 13, 10.1088/1748-9326/aae9b1.
- Akrich, M. (2006). La description des objets techniques. En: M. Akrich, M. Callon & B. Latour (Eds), *Sociologie de la traduction: textes fondateurs* (pp. 267-276). Paris: Mines Paris.
- Arnold, M. (2006). Fundamentos de la observación de segundo orden. En: M. Canales Cerón, *Metodologías de investigación social: introducción a los oficios*. (pp. 321-348). Santiago de Chile: Lom Ediciones.
- Arnold, M. (2010). Constructivismo sociopoiético. *Revista Mad*, (23), 1-8.
- Arnold, M. y Urquiza, A. (2010). Las amenazas ambientales: una visión desde la teoría de los sistemas sociopoiéticos. En: E. Aliste y A. Urquiza, *Medio ambiente y sociedad: conceptos, metodologías y experiencias desde las ciencias sociales y humanas* (pp. 27-54). Santiago de Chile: RIL Editores.
- Astroza, M., Ruiz, S. & Astroza, R. (2012). Damage assessment and seismic intensity analysis of the 2010 (Mw 8.8) Maule earthquake. *Earthquake Spectra*, 28(S1), S145-S164.
- Ayala, F. J. y Olcina J. (2002). *Los riesgos naturales*. Barcelona: Ariel.
- Beck, U. (1996). Teoría de la Sociedad del Riesgo. En: J. Beriain, *Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo* (pp. 201-222). Barcelona: Anthropos.
- Beck, U. (1998). *La Sociedad del Riesgo. Hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Paidós.
- Beck, U. (2008). La Sociedad del Riesgo Mundial. *En busca de la seguridad perdida*. Barcelona: Paidós.

- Berger, P. y Luckman, T. (2001). *La Construcción Social de la Realidad* (17ª ed.). Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- Boehm, C., Flaaen, A. & Pandalai-Nayar, N. (2016). Input Linkages and the Transmission of Shocks: Firm-Level Evidence from the 2011 Tohoku Earthquake. *Review of Economics and Statistics*, 101(1), 60-75.
- Boroschek, R. L., Contreras, V., Kwak, D. Y. & Stewart, J. P. (2012). Strong ground motion attributes of the 2010 Mw 8.8 Maule, Chile, earthquake. *Earthquake Spectra*, 28(S1), S19-S38.
- De Sousa Santos, B. (2010). *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Montevideo: Ediciones Trilce.
- Deleuze, G. (1987). *Foucault*. Barcelona: Paidós.
- Deleuze, G. y Guattari, F. (2015). *Mil mesetas. Capitalismo y esquizofrenia*. Valencia: Pre-textos.
- Douglas, M. (1986). *How institutions think*. Syracuse, NY: Syracuse University Press.
- Douglas, M. (1996). *La aceptabilidad del riesgo según las Ciencias Sociales*. Barcelona: Paidós.
- Esteve Pardo, J. (1999). *Técnica, riesgo y Derecho*. Barcelona: Ariel.
- Esteve Pardo, J. (2009). *El Desconcierto del Leviatán. Política y Derecho ante las incertidumbres de la Ciencia*. Madrid: Marcial Pons.
- Esteve Pardo, J. (2016). *Ciencia y Derecho: la nueva división de poderes*. México: Fontamara S.A.
- Foucault, M. (1975). Entrevista sobre la prisión: El libro y su método. En: *Microfísicas del poder*. Madrid: Ed. La Piqueta.
- Foucault, M. (2006). *Defender la Sociedad*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Foucault, M. (2006a). *Seguridad, territorio, población*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Funabashi, Y. & K. Kitazawa. (2012). Fukushima in review: A complex disaster, a disastrous response. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 68(2), 9-21, DOI: 10.1177/0096340212440359.

- Funtowicz, S. & Ravetz, J. (1993). Science for the post-normal age. *Futures*, 25(7), 739-755.
- Garay, R. M. (2015). Emergency housing: reflections on the experience of the 27F earthquake. *Revista INVI*, 30(83), 213-221. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582015000100007>.
- Hacking, I. (2001). *¿La construcción social de qué?* Barcelona: Paidós.
- Haraway, D. (1995). *Ciencia, Cyborgs y Mujeres*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Harding, S. G. (1986). *The science question in feminism*. Cornell University Press.
- Helbing, D. (2013). Globally networked risks and how to respond. *Nature*, 497(7447), 51-59.
- Imilan, W., Fuster, X. & Vergara, P. (2015). Post-disaster reconstruction without citizens and their social capital in Llico, Chile. *Environment and Urbanization*, 27(1), 317-326.
- Jasanoff, S. (1995). Procedural choices in regulatory science. *Technol. Soc.*, 17(3), 279-293.
- Kant, I. (1999). *Prolegómenos a toda metafísica futura que haya de poder presentarse como ciencia*. Madrid: Istmo.
- Kuhn, T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. USA : University of Chicago Press.
- Latour, B. (1987). *Science in action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Harvard University Press.
- Leff, E. (2007). La Complejidad Ambiental. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 16.
- Liu, J., Hull, V., Batistella, M., DeFries, R. et al. (2013). Framing Sustainability in a Telecoupled World. *Ecology and Society*, 18(2): 26.
- Luhmann, N. (1996a). El concepto de riesgo. En: J. Beriaín (Ed.), *Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo* (pp. 123-154). Barcelona: Anthropos.
- Luhmann, N. (1998). *Complejidad y modernidad*. Madrid: Trotta.

- Luhmann, N. (2005). *El Derecho de la Sociedad* (Segunda ed.). México: Herder, Universidad Iberoamericana.
- Luhmann, N. (2006). *Sociología del Riesgo*. México: Universidad Iberoamericana.
- Luhmann, N. (2007). *La Sociedad de la Sociedad*. México: Universidad Iberoamericana.
- Marcuse, H. (2010). *Tolerancia represiva y otros ensayos*. Madrid: La Catarata.
- Marin, J., Cortés, J., Aliste, E. & Campos, J. (2020). Scientific controversy as a disaster risk factor: The 2007 seismic crisis in Patagonia, Chile. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101639>.
- Mascareño, A. 2006. Sociología del método: la forma de la investigación sistémica. *Cinta de Moebio*, 26, 122-154.
- Morgan, M. & Morrison M. (1999). *Models as mediators*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Ostrom, E. (2015). El gobierno de los bienes comunes. *La evolución de las instituciones de acción colectiva*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Popper, K. (2003). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- Prigogine, I. (2001). *El fin de las certidumbres*. Madrid: Taurus.
- Ruiz, S., Madariaga, R., Astroza, M., Saragoni, G. R., Lancieri, M., Vigny, C. & Campos, J. (2012). Short-period rupture process of the 2010 Mw 8.8 Maule earthquake in Chile. *Earthquake Spectra*, 28(S1), S1-S18.
- Salgado, M. (2014). Reconstrucción de la vida cotidiana. La cara invisibilizada tras el terremoto y tsunami del 2010. *Cuadernos de Trabajo Social*, 11, 34-42.
- Sánchez Torres, C. (2000). *Acto administrativo. Teoría general*. Bogotá: Legis Editores S.A.
- Sen, A. (2019). *La idea de la justicia*. Barcelona: Penguin Random House Grupo Editorial.

- Soja, E. (2014). *En busca de la justicia espacial*. Valencia: Tirant Humanidades.
- Soto, M. V., Arriagada, J., Castro-Correa, C. P., Ibarra, I. y Rodolfi, G. (2015). Condiciones geodinámicas derivadas del terremoto y tsunami de 2010 en la costa de Chile central: El caso de Pichilemu. *Revista de geografía Norte Grande*, (60), 79-95. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022015000100005>.
- Tapia, R. (2014). Algunos grandes dilemas-desafíos urbano habitacionales en Chile. En: Vargas Aguirre, Mónica y otros. *Ética, poder y territorio* (pp. 22-32). Santiago de Chile: Editorial Aun Creemos en los Sueños. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/118200>.
- Teubner, G. (2014). *Constitutional fragments. Societal constitutionalism and globalization*. Oxford. UK: Oxford University Press.
- Teubner, G. (2017). *El Derecho como Sistema Autopoiético de la Sociedad Global*. Santiago: Ediciones Olejnik.
- Urquiza, A. et al. (2018). Metálogo como herramienta de colaboración transdisciplinaria. *Cinta de Moebius*, 62, 182-198. DOI: 10.4067/S0717-554X2018000200182.
- Urquiza, A., Amigo, C., Billi, M., Cortés, J. y Labraña, J. (2019). Gobernanza policéntrica y problemas ambientales en el siglo XXI: desafíos de coordinación social para la distribución de recursos hídricos en Chile. *Persona y Sociedad*, 1(33), 133-160. Recuperado de <https://personaysociedad.uahurtado.cl/index.php/ps/article/view/258/236>.
- Urquiza, A., Cortés Oggero, J. y Neira Espinoza, I. (2019). Cambio climático y desigualdades sociales: desafíos y oportunidades para la coordinación y gobernanza global-local. *Revista de Justicia Ambiental*, 25-32.
- Wallerstein, I. (2005). *Las incertidumbres del saber*. Barcelona: Gedisa.