

RESURGIMIENTO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN LA SOCIEDAD DEL RIESGO

Apuntes para un análisis de sus implicaciones en el ámbito científico, político y ambiental

Omar Javier Ramírez¹

1. INTRODUCCIÓN

Gracias a los apremiantes adelantos de la ciencia y la tecnología del mundo moderno, el campo investigativo ha podido encontrar un sólido punto de apoyo para avanzar significativamente por diversos ámbitos del conocimiento. La medicina, la ingeniería, la agricultura, las telecomunicaciones y en general las llamadas ciencias aplicadas, se han valido de múltiples recursos tecnocientíficos² para ahondar en sus respectivas áreas de interés, posibilitando el tránsito de caminos hasta ahora inexplorados, algunos de los cuales –bajo una mirada optimista– han aportado elementos para el mejoramiento de las condiciones de vida de buena parte de la población.

Pese al vertiginoso desarrollo tecnocientífico de los últimos años y a enfrentar quizás el momento histórico de mayor dominio tecnológico, la sociedad en su conjunto se encuentra, paradójicamente, en un periodo de alta vulnerabilidad. Es decir, el discurrir de un proyecto civilizatorio que confía plenamente en la idea de progreso científico, animado por augurios de verdades y certezas inquebrantables, se enfrenta a una especie de vértigo al vislumbrar los rumbos inciertos hasta ahora recorridos. Lejos de asistir a un mundo manifiestamente predecible y moldeable, donde cada una de las consecuencias de nuestros actos se logra anticipar y prevenir con precisión, enfrentamos escenarios sumamente complejos donde los riesgos, las incertidumbres, e incluso la ignorancia sobre los efectos desatados tras la inserción y puesta en marcha de eventos tecnocientíficos, son características cada vez más constantes de la sociedad contemporánea. Tal es así que algunos autores denominan el momento actual como una “sociedad del riesgo” (Beck, 1998; 2002).

De esta forma, conforme avanzan los procesos de conquista de la tecnociencia, queda al descubierto, una y otra vez, el conocimiento limitado que se tiene de los sistemas naturales, de las implicaciones ambientales de las innovaciones tecnológicas y, más aún, de las complejas relaciones espaciotemporales derivadas de ellas que, valga la aclaración, no siempre se resuelven con un mero crecimiento de las bases de datos y de la capacidad de procesar información. Colapsa, así, la idea misma de control absoluto de los procesos tecnocientíficos que, más allá de su aplicación a reducidos y

¹ MSc. Sistemas Ambientales Humanos del Centro de Estudios Interdisciplinarios (CEI) de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina). Actualmente vinculado a la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD (Colombia). E-mail: omarjrh@yahoo.com.

² Para este caso, se interpreta la relación ciencia y tecnología en términos de “tecnociencia”. Es decir, como un complejo entramado donde, por un lado, la ciencia y la tecnología se hayan fuertemente imbricadas en una relación de *feedback*: la ciencia permite el desarrollo de nuevas tecnologías, que a su vez aceleran o influyen el proceso científico, que a su vez permite nuevas tecnologías. A decir de Echeverría (2005:11), “la ciencia y la ingeniería siguen en desarrollo, aunque se ha producido una mutación, una hibridación entre ciencia y tecnología y ha surgido una nueva rama evolutiva: la tecnociencia”.

salvaguardados escenarios de laboratorio, actúan en amplias esferas sociales – enfrentando múltiples variables de diferente naturaleza– sobre los cuales pueden materializarse efectos indeseados (e inesperados), poniendo en peligro la salud humana y la integridad de los ecosistemas. Es así que los avances tecnológicos en el ámbito productivo, industrial, químico, energético, alimentario y de comunicaciones son ahora objeto de análisis, pues su inserción en el entramado social no trae consigo únicamente un conjunto de beneficios, sino también una serie de riesgos –e incluso incertidumbres– que, de materializarse, pueden desencadenar insondables efectos adversos.

Ahora bien, una de las principales actividades tecnológicas que inquieta a la comunidad científica y sociedad en general es el mantenimiento y construcción de centrales nucleares para la generación de energía. Esta preocupación adquiere sustento al recordar los catastróficos accidentes asociados a esta actividad, entre los cuales los infortunios de Three Mile Island (1979, Estados Unidos) y Chernobyl (1986, antigua URSS, hoy Ucrania) son los más renombrados. Si bien dichos incidentes ocurrieron durante la fase de operación de las mencionadas centrales nucleares, esto no significa que aquella sea la única instancia de zozobra asociada a la actividad nuclear, junto a ésta figuran otros aspectos críticos tales como: el costoso y riesgoso manejo de los residuos radioactivos, los riesgos de contaminación ambiental durante las actividades de extracción, acondicionamiento y transporte del uranio, los costosos y riesgosos procesos de desmantelamiento de las centrales nucleares, los potenciales usos armamentistas de los materiales nucleares y, claro está, los accidentes que pueden suceder en cualquiera de las etapas del ciclo de vida de la energía nuclear³.

Entendida como una de las principales fuentes que da lugar a la denominada “sociedad del riesgo” –según el sociólogo alemán Ulrich Beck– la energía nuclear parecía ser un asunto postergado hacia la segunda mitad del siglo XX en el plano internacional (exceptuando a países como Francia y Japón), principalmente como resultado de la situación de guerra fría que se vivía⁴ y la fuerte estrategia oportunista del capital petroquímico que vio en ese momento una gran coyuntura para desplegar sus intereses comerciales. Sin embargo, en los últimos años se ha reavivado el debate sobre la pertinencia de acudir a este tipo de energía para tratar de dar salida a la denominada crisis energética que se vive a nivel mundial.

³ Según Moreno y Larraín (2007:7), el ciclo de vida de la energía nuclear contempla los materiales y los procesos industriales “desde la cuna a la tumba”, es decir, desde la extracción del uranio hasta la disposición final de los desechos radioactivos en depósitos geológicos. Las etapas que conforman este ciclo son: 1.Extracción y minería del uranio, 2. Conversión del mineral en elementos combustibles utilizables por el reactor, 3. Construcción del reactor nuclear, 4. Operación y mantenimiento durante los años de vida útil, 5 .Manejo de desechos y el reprocesamiento, 6. Clausura y desmantelamiento del reactor, 7. Confinamiento definitivo de residuos radioactivos en repositorios geológicos.

⁴ Una variable que influyó en la paralización del sector energético nuclear fue la “prudencia” de las superpotencias nucleares al constatar que si se desarrollaba la tecnología nuclear en países no-amigos o de alta inestabilidad política, dichos países podrían utilizar esta tecnología para fines bélicos; razón por la cual los Estados Unidos conminó a las empresas fabricantes de generadores de energía nuclear para que paralizaran la transferencia y venta de esta tecnología en gran parte del mundo, sobre todo en Asia, y la URSS impulsó y apoyó, en el área occidental, la oposición y movilización social a la generación de energía nuclear entre los grupos políticos y sociales que le eran afines (CEISE, 2002).

Según un informe de la Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos de España – AEREN, el debate de la energía nuclear vuelve a tomar vigencia por diversos factores, entre ellos (AEREN, 2006):

- ✓ Un incremento continuado de la demanda energética, ya que se prevé que ésta se duplique a nivel mundial entre 2002 y 2030.
- ✓ Previsibles tensiones en el suministro y precio de los combustibles fósiles. Parece probable que en los próximos 10-15 años se alcance el cenit de la producción mundial de petróleo y, quizás una década más tarde, el del gas.
- ✓ Necesidad de cumplir con los lineamientos del Protocolo de Kyoto⁵ y de reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero.
- ✓ Desarrollo de reactores nucleares de tercera y cuarta generación⁶. Según la industria nuclear, estos reactores resolverán algunos de los inconvenientes en cuestiones de seguridad y minimizarán las emisiones atmosféricas.

Este panorama argumentativo ha devenido en concretas iniciativas de reactivación de la energía nuclear a nivel mundial bajo dos claras estrategias: la primera, la solicitud de prórrogas de funcionamiento de reactores nucleares existentes, y la segunda, la construcción de nuevas centrales nucleares. Un ejemplo de la primera estrategia se identifica en los Estados Unidos, donde la Comisión Reguladora Nuclear aprobó, hasta el 1 de abril de 2006, un total de 39 prórrogas de licencia por 20 años, extendiendo la vida útil de cada reactor nuclear a 60 años en total. Los propietarios de aproximadamente tres cuartas partes de los 104 reactores nucleares que funcionaban en ese entonces han obtenido o solicitado tales prórrogas o, en su defecto, han manifestado la intención de solicitarlas (Concha, 2007:4). Entretanto, para ejemplificar la segunda estrategia, basta mencionar que en los últimos años varias empresas eléctricas de los Estados Unidos anunciaron solicitudes de licencia para la construcción de 25 nuevos reactores nucleares, mientras que en el Reino Unido un examen del sistema energético llegó a la conclusión de que nuevas centrales nucleares tendrían una contribución significativa para alcanzar los objetivos de su política energética. Esta segunda estrategia resulta más clara si se tiene en cuenta que en el mundo 44 plantas nucleares están en construcción en: China (11), Rusia (8), India (6), República de Corea (5), Bulgaria, Japón, Taiwán, Ucrania (2 reactores en cada país), Argentina, Finlandia, Francia, Irán, Pakistán y Estados Unidos (1 reactor en cada país) (Concha, 2007:5).

⁵ El texto del Protocolo de Kyoto se adoptó por unanimidad en 1997. La principal característica del Protocolo es que tiene objetivos obligatorios relativos a las emisiones de gases de efecto invernadero para las economías mundiales que lo hayan aceptado. Su objetivo es reducir en un porcentaje no inferior del 5% las emisiones de gases de efecto de invernadero, sobre los niveles de 1990, para el periodo 2008-2012.

⁶ Las “generaciones” de reactores se originan con los primeros reactores pequeños derivados de los reactores de propulsión naval. Los siguen los de segunda generación diseñados en los años 70’s, de mayor potencia (800 a 1200 MWe) y en operación hasta el presente. La tercera generación, que comienza a construirse, es una mejora de estos diseños, incorporando los avances en sistemas de control, mejoras y simplificaciones en los sistemas de seguridad. La cuarta generación marca un cambio radical en el diseño, con la incorporación de sistemas de seguridad pasivos, que no requieren energía ni acción iniciadora para mitigar los efectos de alguna falla de la operación (CLICET, 2006:8).

En América Latina la situación no es del todo diferente. El debate por la opción nuclear se ha reinstalado de la mano de la crisis energética que ya atraviesan –o que anticipan– distintos países de la región. En Brasil, el presidente Luiz Inácio Lula da Silva utilizó el antecedente de la crisis energética vivida en el verano de 2001 como uno de los principales argumentos para reactivar el proyecto Angra-3, inactivo desde los 80, y anunció recientemente que en los próximos ocho años invertirá fondos para desarrollar el tercer reactor nuclear del país. En Argentina, el entonces presidente Néstor Kirchner anunció en 2006 la reactivación de un plan de desarrollo nuclear como una de las medidas para afrontar la crisis energética prevista en este país, y se comprometió a terminar la central atómica Atucha II; proyecto que estaba inactivo desde mediados de los 90⁷. En Chile, a fines de 2006, la presidenta Michelle Bachelet estableció una comisión de nucleoelectricidad con el fin de recomendar estudios para el desarrollo nuclear, tras la expansión de la demanda energética y la escasez de fuentes de energías seguras para abastecer al país. Del mismo modo, y por instrucciones del presidente Tabaré Vázquez, el gobierno de Uruguay envió en mayo de 2007 una misión a Finlandia para realizar un estudio que tenía como finalidad avanzar en el desarrollo de la energía nuclear. México, entretanto, también está considerando una nueva central nuclear, aunque no hay decisiones firmes al respecto (Moreno; Larraín, 2007:5).

Recientemente, dentro del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina (programa ARCAL), patrocinado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), se aprobó en 2009 el proyecto RLA/0/038 titulado *Supporting the Introduction of Nuclear Energy* (Apoyando la introducción de la energía nuclear), en el cual participan Bolivia, Chile, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Haití, Jamaica, Perú, Uruguay y Venezuela, es decir diez países latinoamericanos y del Caribe que hasta el momento no tenían tradición nuclear⁸.

Ante este panorama queda en evidencia el característico momento histórico de resurgimiento de la energía nuclear a nivel mundial y regional, es decir, la *emergencia* de una particular actividad tecnocientífica que, pese a avanzar bajo promesas de seguridad de sus procesos⁹, inevitablemente conlleva catastróficos riesgos para el conjunto de la sociedad. Como corolario, la propia ciencia y tecnología enfrentan la *emergencia* de convertirse en responsables de los desastres ambientales que puedan desatarse y se sitúan, ante la opinión pública, en el origen de los mismos.

⁷ En el caso particular argentino, vale la pena resaltar que en el contexto de los objetivos estratégicos enunciados por la Comisión Nacional de Energía Atómica – CNEA en 2007, se definieron las políticas de acción en el área de la energía nuclear. Entre ellas se resaltan las siguientes (CNEA, 2007): i) participar activamente en la terminación de la Central Nuclear Atucha II, ii) desarrollar programas de extensión de vida de las centrales nucleares argentinas en funcionamiento, en particular de la Central Nuclear Embalse, iii) reiniciar el desarrollo de la tecnología de enriquecimiento de uranio, iv) reactivar la minería del uranio.

⁸ Cf. http://www-tc.iaea.org/tcweb/projectinfo/projectinfo_body.asp.

⁹ Durante la década de los años noventa, el INSAG (*International Safety Nuclear Advisory Group*) del OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) formalizó los enunciados de la seguridad nuclear, estableciendo a la seguridad como principio básico que entrelaza a todas las etapas del ciclo de vida de cualquier instalación nuclear (Barbarán, 2008:6).

Por lo anterior, el presente texto intenta reflexionar sobre las implicaciones del avance de la energía nuclear en la contemporánea sociedad del riesgo, resaltando los desafíos que estas dinámicas tecnocientíficas desencadenan de cara a los principios fundantes del proceso modernizador, en especial cuando se anuncia la relevancia de reconocer –más allá de sus pretendidas aspiraciones de objetividad, certeza y seguridad– el conjunto de incertidumbres y limitaciones que acompañan el quehacer de una de las principales instituciones garantes de la sociedades modernas: la ciencia. Por último, el texto realza la importancia de considerar el avance de la energía nuclear (y la actividad tecnocientífica en general) como un asunto político de interés general, ya que debido a su espectro de incidencia más allá de los ceñidos laboratorios, no puede interpretarse como un campo limitado al escenario técnico ni como un asunto que concierne a científicos y expertos únicamente, necesariamente es un espectro de accionar colectivo que incumbe a todos aquellos sectores sociales que de alguna forma pueden verse afectados por las decisiones de la sociedad del riesgo nuclear.

2. PARTICULARES DE LA SOCIEDAD DEL RIESGO (NUCLEAR)

El concepto de riesgo se ha convertido en un elemento clave para desplegar amplias instancias de reflexión en torno a las abrumadoras circunstancias enfrentadas por la moderna sociedad. Este concepto, que habitualmente es asociado al campo de estudio de amenazas “naturales” tales como sismos, remoción de masas, inundaciones, tsunamis, eventos meteorológicos, entre otros, ha logrado extender su campo de acción hacia el estudio de las amenazas de origen tecnológico.

Si bien al estudio del riesgo tecnológico se han acercado distintas aproximaciones teóricas, fundamentalmente ha sido la obra de Ulrich Beck la que ha introducido y popularizado el concepto de “sociedad del riesgo” (*Risikogesellschaft*). Tal apelativo resulta congruente en “un mundo desbocado” –parafraseando a Giddens– donde eventos como la energía nuclear se consolidan como agentes causales de la particular y “distinta”¹⁰ experiencia social de los últimos tiempos. Algunos autores, incluso, concuerdan en afirmar que la investigación del riesgo tecnológico, en un sentido estricto, estuvo íntimamente relacionada con el desarrollo forzado de la energía nuclear a comienzos de los años sesenta y con el conjunto de debates suscitados frente a este hecho (Rodríguez, 1999; López; Luján, 2000).

Ante tal panorama, la utopía industrial se encuentra hoy seriamente cuestionada, pues los aparatosos avances tecnocientíficos no han sido capaces de ofrecer al conjunto de la sociedad las condiciones necesarias para gozar de plena seguridad y bienestar. Antes por el contrario, cada vez aparece más nítida la imagen de un mundo donde las desigualdades, la incertidumbre y el riesgo se han vuelto instancias comunes. Por ejemplo, en el campo de la energía nuclear, si bien los agentes promotores de esta actividad arguyen hoy en día que con la construcción de reactores de tercera

¹⁰ De acuerdo con Rodríguez (1999), la teoría de la sociedad del riesgo nos propone que nos encontramos en una sociedad distinta. La sociedad moderna negaba el pasado, se instalaba en el porvenir y aceleraba el presente tratando de adelantar un futuro que ya empezaba a ser historia. La sociedad del riesgo en que culmina la modernización de la modernidad se instala en un presente amenazado, ante un futuro contingente y de espaldas a un pasado que ni niega ni reclama porque no lo puede culpar ni añorar enteramente.

generación¹¹ se avanza (una vez más) hacia sistemas de control y seguridad más estrictos, el tema del manejo de los desechos radiactivos (junto a los riesgos ambientales que conllevan) es un aspecto al que no han podido darle una respuesta satisfactoria, ya que hasta el momento no hay una solución sustentable a largo plazo, segura y económicamente viable para su procesamiento y disposición final. En palabras de la Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos de España – AEREN:

“La gestión y el almacenamiento o destrucción de los residuos de alta actividad es uno de los problemas más intratables a los que se enfrenta la industria nuclear. Casi cincuenta años después del primer reactor comercial, ningún país ha conseguido implantar un sistema eficaz para deshacerse de sus residuos” (AEREN, 2006:15).

De esta forma, el propio decurso tecnológico de la energía nuclear parece avanzar en medio de una conflictiva relación formulada en términos de “afecto/rechazo”: “afecto”, al presentarse como una “solución” a calamidades de interés general (como lo muestra aquella perspectiva que pretende exponer la energía nuclear como una salida plausible a la problemática del calentamiento global¹²). Y “rechazo”, al estimular la aparición de un conglomerado de situaciones confusas y amenazantes, y al suscitar peligros y situaciones no deseadas como parte de este mismo proceso. Tal relación es enunciada por el filósofo alemán Nicholas Rescher de la siguiente manera:

“Por una parte, sólo ella [la tecnología] es capaz de proporcionarnos los requisitos para hacer posible la vida humana dentro de las condiciones del mundo moderno. Por otra parte, la tecnología misma hace que, de muchas maneras, la vida sea más complicada, menos agradable y más peligrosa” (Rescher, 1999:46).

Este conglomerado de situaciones confusas y amenazantes es justamente el que permite caracterizar la situación actual como una sociedad del riesgo, la cual, siguiendo a Bechmann (1995), hace referencia a una doble experiencia en la sociedad industrial contemporánea:

i) Por un lado, a la posibilidad, cada día mayor, de que se produzcan daños que afecten a una buena parte de la humanidad. Se trata de daños que, bien como catástrofes repentinas, o bien como catástrofes larvadas, están asociadas a la universalización de la tecnología y a sus consecuencias negativas más allá de las barreras nacionales, de las diferencias de clases sociales y confines generacionales. Los riesgos son así

¹¹ Actualmente se anuncia que China construirá el primer reactor nuclear de tercera generación del mundo tras una inversión de 5.880 millones de dólares. Así, prevé activar el primer grupo generador en 2013 y el segundo en 2014, mientras planea instalar seis reactores nucleares de tercera generación en años próximos. Cf. http://www.adnmundo.com/contenidos/energia/china_planta_nuclear_energia_e200409.html.

¹² Uno de los principales argumentos esgrimidos en los últimos años para apoyar el avance de la energía nuclear es su contribución a la reducción de la emisión de gases de efectos de invernadero. Esto se refleja en un boletín del Foro de la Industria Nuclear de Española, donde se afirma que: “La energía nuclear, además de contribuir sustantivamente a la reducción de gases de efecto invernadero, no emite gases o partículas causantes de la lluvia ácida, la contaminación atmosférica urbana o el agotamiento de la capa de ozono” Cf. http://www.foronuclear.org/pdf/Energia_nuclearycambio_climatico.pdf. Para una crítica de esta perspectiva ver: (Greenpeace; Cono Sur Sustentable, 2007; Moreno; Larraín, 2007).

interpretados como amenazas globales que no entienden de límites geopolíticos ni de estratificaciones sociales.

Esta característica de la sociedad del riesgo se expresa, por ejemplo, en la magnitud de los desastres derivados de alguna falla durante el funcionamiento de una central nuclear¹³. Tras analizar algunos trágicos accidentes del pasado, es posible identificar, ante una eventual explosión, por ejemplo, efectos inmediatos (catástrofes repentinas) y efectos secundarios (catástrofes larvadas). Dentro de los primeros se ubican las problemáticas originadas por la onda expansiva, el pulso de calor, la radiación ionizante y el pulso electromagnético. Dentro de los segundos se encuentran las alteraciones sobre el clima y el ambiente en general, el daño a componentes ecológicos básicos para el sustento humano, los impactos sobre la salud de futuras generaciones, entre otros. Todos estos riesgos, en caso de materializarse, actúan de forma global, es decir, sobre el total de la población adyacente al lugar del evento, independientemente de su nivel económico, nacionalidad, raza o clero religioso. Como afirma Beck:

“La contaminación nuclear es igualitaria y, en ese sentido, «democrática». Los nitratos en el agua continental no se detienen en el grifo del director general” (Beck, 2002:96).

Adicionalmente, y respondiendo a las contemporáneas visiones complejas del ambiente (Carrizosa, 2001), hay que tener en cuenta que los daños no solo deben analizarse por separado:

“Ya que, en muchos casos, actúan efectos sinérgicos, es decir, que un daño potencia al otro. Por ejemplo: la radiación disminuye las defensas del organismo y, a su vez, agudiza la posibilidad de infección de las heridas causadas por la explosión aumentando así la mortalidad. Es precisamente esa multitud de efectos y sinergias lo que hace de las armas nucleares el arma más destructiva que existe” (Greenpeace; Cono Sur Sustentable; 2007:29).

Pese a lo anterior, “la globalidad del riesgo no significa, claro está, una unidad global del riesgo, sino todo lo contrario: la primera ley de los riesgos medioambientales es: *la contaminación sigue al pobre*” (Beck, 2002:8. La cursiva es suya). De esta forma, Beck deja en claro que, aunque los riesgos sigan la lógica de la desigualdad de clases –de modo que las clases bajas son las más afectadas– la dinámica de este reparto es esencialmente particular, pues tarde o temprano el riesgo, de una forma u otra, se torna hacia quien lo produce: “los riesgos ecológicos no pueden «mantenerse de un solo lado», sino que se desbordan y transforman en riesgos sociales y políticos, es decir, riesgos para la clase media, los pobres o las élites” (Beck, 2002:10-11). Por lo tanto, una característica fundamental de los nuevos riesgos es, desde el punto de vista de la sociedad del riesgo, su carácter global.

En el caso de la energía nuclear, la globalidad de los riesgos no sólo se expresa en el ámbito físico, es decir, en la potencial capacidad de destrucción masiva de elementos materiales tras enfrentar un incidente no deseado (muchas veces con daños irreparables)

¹³ Para una revisión histórica de los efectos indeseados asociados a la actividad nuclear, ver: Greenpeace (2006).

en alguna de las etapas del ciclo de vida de la energía nuclear¹⁴. También aparece cuando la actividad nuclear representa riesgos globales de tipo político, es decir, cuando esta tecnología es destinada para fines militares, cuando el material nuclear desborda el aprovechamiento meramente energético y se reserva para operaciones bélicas y armamentistas, ampliando con ello los riesgos tecnológicos a ámbitos de seguridad militar y vulnerabilidad social de orden internacional. Al respecto se estima que entre 17 y 20 países ya han incluido la munición de uranio empobrecido en sus arsenales, aunque su utilización solamente ha sido admitida por los Estados Unidos e Inglaterra, en particular en los conflictos de Bosnia (1995), Kosovo (1998) e Irak (1991 y 2003) (Moreno; Larraín, 2007:16)¹⁵.

Con este telón de fondo, se afirma que uno de los ejes que estructura la sociedad del riesgo ya no es la distribución de “bienes”, sino más bien la distribución de “males”. Si en la sociedad industrial o de clases el paradigma de la desigualdad social consistía en el reparto y la distribución de la riqueza socialmente producida, el paradigma principal en la sociedad del riesgo es el reparto, la canalización de los riesgos generados por el desarrollo económico y tecnocientífico del proceso modernizador.

Desde la Ecología Política, tal proceso de distribución sobreviene en conflictos ambientales caracterizados por la (injusta y desproporcionada) repartición de condiciones de degradación ambiental y vulnerabilidad social, los cuales, en el campo de la energía nuclear, son generados en todas las etapas del ciclo de vida: desde los procesos extractivo-tecnológicos (al incrementarse los niveles de explotación de los recursos minerales y acentuar así dinámicas de contaminación ambiental), hasta el tratamiento y disposición final de los residuos líquidos y sólidos generados (donde las diversas formas de contaminación y polución resultan ser sus más claros y directos exponentes). Lo anterior, expresado en términos de *distribución ecológica*, es descrito por el profesor Joan Martínez-Alier de la siguiente manera:

“La degradación ambiental designa las asimetrías o desigualdades sociales, espaciales y temporales en el uso que hacen los humanos de los recursos y servicios ambientales, comercializados o no. Es decir, la disminución de los recursos naturales (incluyendo la pérdida de biodiversidad) y las cargas de la contaminación” (Martínez-Alier, 1997).

¹⁴ Por poner sólo un ejemplo conocido, es posible afirmar que las emisiones radiactivas de la catástrofe nuclear de Chernobyl no se restringieron a las fronteras de la antigua Unión Soviética, sino que trascendieron los límites geopolíticos, llegando a afectar también a varios países que no tenían responsabilidad directa en el mal funcionamiento de la central. Además, las repercusiones tampoco se agotan en las personas directamente afectadas, ya que las ulteriores generaciones se enfrentan a las consecuencias que conllevan los efectos de la contaminación radioactiva.

¹⁵ Es importante recordar que la producción de uranio a gran escala se inició después de la Segunda Guerra Mundial, para abastecer principalmente la fabricación de armas nucleares. Posteriormente la producción se orientó al abastecimiento de la emergente industria de generación nucleoelectrónica. Esta relación entre generación de energía nuclear y fortalecimiento de armas nucleares es expuesta por varias organizaciones del Cono Sur de la siguiente manera: “desde su surgimiento, distintos gobiernos en el mundo, con propósitos militares encubiertos, han subvencionado la generación de la poco lucrativa energía nuclear para lograr capacidades armamentistas, promoviendo la proliferación de armas nucleares” (Greenpeace; Cono Sur Sustentable, 2007:23).

ii) Por otro lado, la sociedad del riesgo también se caracteriza por la creciente presencia de decisiones arriesgadas dentro de la conducta cotidiana. Es decir, ante el profundo y creciente avance de la tecnología en la sociedad, los ámbitos de acción ahora constituyen problemas de decisión y de atribución de responsabilidades. Dado el proceso de individualización social de la modernidad, se conciben los riesgos sobre la base de las cosas que los individuos hacen: un sujeto (al igual que una sociedad) no sólo toma responsabilidades, sino que también asume riesgos. Este contexto de constante individualización del riesgo acciona de forma conjunta con la distribución generalizada de los mismos, haciendo que en la sociedad del riesgo “la producción de riesgos y la individualización se conviertan en los procesos sociales predominantes” (Oltra, 2005:137)

Dicho proceso de individualización no debe ser entendido como un ejercicio restringido al ámbito privado de los sujetos, por el contrario, debe entenderse esencialmente como un proceso donde el cuerpo colectivo –como resultado de lo que los individuos hacen y resuelven– asume las consecuencias de sus decisiones al elegir una opción (riesgosa o no) entre otras posibles.

De esta forma, la responsabilidad de la presencia e intensificación de los riesgos tecnológicos atribuidos a eventos como la energía nuclear recae ahora, en buena parte, en el manejo dado a la tecnología misma, en los sistemas de control disponibles, en el (in)cumplimiento de los protocolos de manejo, en el tipo de tecnología seleccionada, en los dispositivos de seguridad adoptados, en otras palabras, en las decisiones tomadas de forma individualizada frente a la manipulación de la tecnología. Esto lleva a relativizar la presencia del riesgo según las condiciones disponibles y a atribuir la responsabilidad de los eventos indeseados a fallos asumidos, a acciones deliberadas y a elecciones socialmente preferidas.

Por lo tanto, la discusión sobre la aparición de factores de riesgos antropogénicos¹⁶ suscita, inevitablemente, una reflexión sobre los procesos políticos envueltos en su génesis, es decir, sobre las dinámicas participativas implicadas en la toma de decisiones ante la aceptación (o no) de alguna innovación tecnológica, sobre la naturaleza de las instancias deliberativas, sobre los sectores sociales consultados, sobre el carácter de los intereses económicos y políticos que promueven la inserción de ciertos eventos tecnológicos y, en últimas, sobre los criterios políticos, científicos, económicos, culturales y ambientales considerados a la hora de las resoluciones definitivas.

Así, queda claro que la extensión de situaciones indeseadas no es un proceso imputable a “enemigos” externos del sistema contra los cuales movilizarse, sino que ha de atribuirse a agentes internos, al propio proceso de modernización industrial. Es decir, los peligros y los riesgos no son atribuibles a la naturaleza, a los dioses, a los demonios ni a otras instancias metafísicas, sino que dependen de decisiones políticas y económicas adoptadas (y por lo tanto transformables) por diversas instituciones sociales (públicas o privadas).

¹⁶ Según Lavell (2003:18), es posible identificar factores de riesgo naturales (derivados de la misma dinámica de la naturaleza, dentro de los cuales se encuentran fenómenos como sismos, huracanes, tsunamis y erupciones volcánicas) y antropogénicos (derivados por completo de acciones humanas).

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible afirmar que la emergencia de la sociedad del riesgo no es una opción elegida, sino que es el producto del autodespliegue de los procesos de modernización y de la omisión (consciente o no) que se hace de sus peligros y consecuencias. De esta forma, la contemporánea sociedad del riesgo es una suerte de agudización de la lógica de la sociedad industrial, en la cual se extienden sus propios gérmenes de autodestrucción generando autoconfrontación o reflexividad.

En definitiva, esbozando una cercana correspondencia entre el avance tecnocientífico y la responsabilidad social y política de la sociedad frente a los riesgos generados, la idea de una sociedad del riesgo en un marco de avance nuclear resulta caracterizada por el carácter global, irreversible e invisible de muchos de los daños con potencialidad de ser desastrosos¹⁷, donde la atribución de la aparición, extensión e intensificación de tales situaciones no deseadas (riesgo tecnológico o antrópico) recaen en las decisiones humanas, de tal suerte que el tema de la distribución de los riesgos en la sociedad moderna y la relación entre la producción social de riqueza y la producción social de riesgos adquieren un carácter central, dando paso a la emergencia de una modernidad reflexiva que cuestiona algunas de las bases sobre las cuales la actual sociedad se ha asentado.

3. SOCIEDAD MODERNA Y REFLEXIVIDAD

Para Ulrich Beck la modernidad industrial (modernidad simple) entra en una nueva fase caracterizada por su reflexividad, donde los pilares básicos del proceso modernizador (como la ciencia, la industrialización, las ideas de progreso y certeza, y las nociones de total control de los procesos, entre otros) son sometidos a cuestionamiento. En esta perspectiva, los riesgos y la presencia de eventos no deseados provenientes de emprendimientos modernizadores –como la energía nuclear– son interpretados como elementos que favorecen el cambio, pues confrontan a la modernidad consigo misma, de tal forma que “en la autoconcepción de la sociedad del riesgo, la sociedad se hace reflexiva, es decir, se convierte en un tema y en un problema para sí misma” (Beck, 2002:122).

La reflexividad, así,

“alude *no* tanto a la *reflexión* (como el adjetivo «reflexivo» parece sugerir) sino a la *autoconfrontación*: el tránsito de la época industrial a la de riesgo se realiza anónima e imperceptiblemente en el curso de la modernidad autónoma conforme al modelo de *efectos colaterales latentes*” (Beck, 1996:202. La cursiva es suya).

El proceso de modernización se enfrenta, por lo tanto, con consecuencias no deseadas generadas por el mismo proceso, lo que provoca la auto-confrontación de la modernidad.

Bajo este orden de ideas, la extensión de los riesgos y las incertidumbres derivadas de eventos como la energía nuclear ponen en jaque el fundamento y la legitimidad histórica

¹⁷ Frente a esto Beck afirma: “Llama la atención que en aquel tiempo [se refiere a la primera industrialización], a diferencia de hoy, los peligros atacaban a la nariz o a los ojos, es decir, eran perceptibles mediante los sentidos... los riesgos [de hoy] causan daños sistemáticos y a menudo irreversibles, suelen permanecer invisibles [y] se basan en interpretaciones causales” (1998:28).

de muchas de las instituciones de la sociedad industrial, como es el caso de la ciencia. Es decir, emplazados en un momento histórico donde el tema de los impactos y riesgos ambientales adquiere una renombrada importancia, se pone en cuestión las instituciones en las que se fundamenta la sociedad moderna y que, de alguna manera, han avalado o promovido aquellos procesos con potencial de degradar el ambiental, alterar la salud pública o poner en peligro la calidad de vida de la sociedad en su conjunto. De esta forma se plantea una reconsideración de las prácticas institucionalizadas que han llevado a la denominada crisis ambiental y, por lo tanto, se formula una reconsideración del papel de la ciencia en la sociedad actual.

La ciencia es interpretada, así, como un agente causal de los riesgos que amenazan con el deterioro del planeta, al tener muchos de ellos origen en el desarrollo tecnocientífico. Chernobyl (junto a otros desastres de origen nuclear) se convierte, aquí, en el ejemplo paradigmático de la tragedia en la sociedad del riesgo, en una especie de conmoción para la humanidad que hace cambiar la percepción de los eventos tecnológicos por parte de la población. Incluso, sin necesidad de imaginar un caso extremo (aunque probable) como lo es el de la explosión de un reactor nuclear, es posible identificar otros escenarios tecnológicos asociados a la energía nuclear donde pueden desatarse sucesos catastróficos. Por ejemplo, los graves accidentes durante el transporte de desechos altamente radioactivos, combustible irradiado¹⁸ o dióxido de plutonio, pueden causar dosis agudas letales en la vecindad inmediata y dosis mortales a largo plazo y a varios kilómetros en el radio del accidente, además de daños irreversibles al ambiente. Esto, en países como Chile, Argentina, Brasil y Uruguay, cuyas economías dependen de recursos naturales, significaría, además de riesgos inaceptables para la salud humana, consecuencias devastadoras (riesgos) para sus economías (Moreno; Larraín, 2007).

Inmersos en la sociedad del riesgo, el proceso de reflexividad de la ciencia no se limita a los efectos indeseados derivados de eventos tecnocientíficos, también estimula el cuestionamiento de la primacía de la racionalidad científica en la construcción de los riesgos, ya que ésta define lo que se entiende por riesgo, establece la cantidad de riesgos que se pueden asumir, su probabilidad de ocurrencia, su grado de aceptabilidad o no, dejando en claro que la ciencia es la que define los riesgos, mientras la población es la que los percibe. Así, los científicos y los expertos se convierten en los depositarios del monopolio de la definición y diagnóstico de los riesgos (Beck, 2002), de tal forma que sólo el conocimiento científico actúa como legitimador de los peligros, ya que (aparentemente) sólo a través de él y sus evaluaciones “objetivas” de riesgo se puede establecer los que son aceptables y definir la dosis de peligros a los que es posible someter a cualquier población.

Pese a que la evaluación del riesgo se presenta como un proceso objetivo y certero, hace falta advertir que este proceso incorpora inevitablemente juicios y valoraciones de los expertos, lo cual introduce un nivel de discrecionalidad que comúnmente no es

¹⁸ “Dentro de un reactor, la fusión nuclear produce una serie de reacciones nucleares que provocan que parte del combustible de uranio enriquecido se transforme en elementos extremadamente radioactivos. Por eso, el combustible nuclear gastado (también llamado combustible quemado o irradiado) es un material altamente peligroso que emitirá una gran cantidad de radioactividad a lo largo de decenas de miles de años y a cuyo simple contacto por parte de cualquier ser vivo, incluidos los humanos, resulta letal” (Moreno; Larraín, 2007:25).

considerado en los enfoques tecnocráticos de la gestión del riesgo nuclear. En este sentido, varios expertos pueden emitir juicios diferentes, tal y como a menudo pasa, por lo que los promotores de la energía nuclear y los encargados de la gestión de riesgos escogen la evaluación del riesgo efectuada por aquellos expertos que se acerquen más a sus intereses. Siguiendo esta línea, “la evaluación del riesgo, lejos de representar fríos ejercicios de asepsia científica, tiende a diferir según quién realice la evaluación y quién tenga que soportar el riesgo” (Riechmann, 2002:22).

Tal y como señalan López y Luján (2000:107), buena parte de las controversias académicas contemporáneas alrededor del riesgo tecnológico pueden interpretarse como producto de las diferentes respuestas que se dan a la cuestión de si la evaluación de riesgos es separable (conceptual e institucionalmente) de las cuestiones éticas, sociales y políticas referentes a la forma como el riesgo debe ser gestionado. La mayoría de las instituciones científicas dedicadas al estudio del riesgo –especialmente aquellas que lo hacen desde aproximaciones estadístico-probabilísticas– consideran que estas dos cuestiones deben ser claramente separadas, a fin de preservar la credibilidad e “imparcialidad” de la ciencia. Bajo tal perspectiva, la evaluación de los riesgos tecnológicos debería llevarse a cabo conforme a las consideraciones de los expertos, sin ningún tipo de interferencia por parte de las comunidades afectadas, público en general o intereses políticos.

Sin embargo, si uno pregunta ¿qué nivel de exposición a la radioactividad artificial debe tolerar una comunidad? ¿Qué tipo de comunidad deberá someterse a los riesgos de la actividad nuclear? ¿Dónde se encuentra el umbral de tolerancia que separa una situación normal de una peligrosa? ¿Es necesario almacenar desechos "de vida larga" producidos por la industria nuclear, algunos de los cuales pueden conservar una radiotoxicidad fatal durante decenas y hasta cientos de miles de años? Es claro que intentar ofrecer algún tipo de respuestas a éstas y tantas otras inquietudes que afloran ante la actividad nuclear no es un tema que concierne únicamente a técnicos, empresarios o científicos, pues se trata de un problema crucial para el conjunto de la sociedad. De tal forma que:

“La complejidad de tales problemas involucra de manera ahora explícita a muchos agentes hasta hace poco ignorados. Todos los que ponen algo en juego en las decisiones públicas tienen su lugar en el diálogo que tenderá a hallar respuestas y soluciones y su participación adquiere el carácter de esencial” (Funtowicz; Ravetz, 2000:19-20).

Por lo anterior, este monopolio en mano de los expertos técnicos está siendo cuestionado por la sociedad, pues el papel de la institución de la ciencia, ante la magnitud de los riesgos nucleares, es puesto en tela de juicio en la modernidad reflexiva. En palabras de Beck:

“Este monopolio de los científicos e ingenieros en el diagnóstico de los peligros está siendo puesto en tela de juicio por la «crisis de realidad» de las ciencias naturales y de la ingeniería en su trato con los detalles de los peligros que producen. Esto no ha ocurrido únicamente después de Chernobyl, pero sí fue entonces cuando se hizo evidente por primera vez para un público amplio: la seguridad y la seguridad probable, aparentemente tan cercanas, son mundos

distintos. Las ciencias de la ingeniería pueden determinar únicamente la seguridad probable. Por tanto, incluso aunque mañana vuelen dos o tres reactores nucleares, sus enunciados seguirán siendo válidos” (Beck, 2002:93-94).

Por lo tanto, ante el reconocimiento de la incertidumbre científica y la falibilidad de los modelos científicos empleados en la gestión de los problemas ambientales relacionados con actividades como la energía nuclear, se instala en el centro de la discusión el tema de la democratización de la relación entre ciencia y política: la tecnocracia autoritaria debe, según Beck, dejar paso a una tecnocracia crítica, consciente de sus limitaciones y abierta al escrutinio público (Beck, 2002). La ciencia debe abrirse desde dentro a la opinión pública, mostrar sus limitaciones y dejar que su praxis se contraste públicamente.

Esto lleva a pensar el destacable significado político que suscita el hecho de que las decisiones generen peligros duraderos: las garantías de protección (seguridad) son refutadas públicamente, con lo cual queda en entredicho la legitimidad de quienes deciden. A menudo ocurre que los sistemas normativos establecidos (como las políticas nucleares nacionales) no cumplen sus promesas de control y seguridad y, además, estos aspectos acostumbran a quedar al margen de los debates públicos. Estas contradicciones, junto a la aparición de efectos nocivos, impulsan, con suficiente motivo, demandas ciudadanas. De este modo, el rol de la política comienza a colapsar al confundirse en ella misma la amenaza y la protección, debiendo abrirse no sólo a la opinión de los expertos, sino también a la de los distintos interlocutores.

Cabe aclarar que más allá de una mera lectura negativa o algo apocalíptica de la condición contemporánea, la autoamenaza argüida por (y contenida en) la sociedad del riesgo, no debe entenderse como un elemento tendiente hacia la autodestrucción, sino más bien como una posibilidad de autotransformación de los fundamentos de la modernización industrial.

Así, no es posible mantener una rígida y nítida separación entre la evaluación (científica) y la gestión (política) del riesgo. Y, menos aún, afirmar que los métodos de evaluación del riesgo nuclear dan cuenta fehaciente del comportamiento de los futuros escenarios de riesgo de los reactores nucleares. Por el contrario, es posible asentir que a pesar del gran avance del conocimiento científico, se vislumbra la emergencia de un conjunto de incertidumbres que opacan la capacidad de comprensión de los sistemas bajo estudio.

4. LA CENTRALIDAD DE LA INCERTIDUMBRE Y LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN

Aún cuando la ciencia ha hecho enormes adelantos en el estudio de los riesgos derivados de sistemas tecnológicos, existe un sentimiento creciente en numerosos sectores sociales de que este campo del conocimiento no está respondiendo adecuadamente a los desafíos de nuestro tiempo. Esto ha llevado a que algunos autores lleguen a proponer la necesidad de establecer un nuevo “contrato social para la ciencia” (Lubchenco, 1998; Gallopín *et al*, 2001;) con el fin de abordar las complejas e

innovadoras problemáticas actuales derivadas, por ejemplo, de la energía nuclear, ante las cuales el clásico enfoque científico parece encontrar fuertes limitantes.

Más allá de agotar la crítica del desempeño científico contemporáneo en afirmaciones tendientes a remarcar la manera en que la ciencia es utilizada, mal utilizada y, sobre todo, subutilizada, algunos autores plantean la cuestión de si el modelo de la ciencia y su práctica son suficientes tal como están (Gallopín *et al.*, 2001). En este sentido, la reflexión trasciende la mera aplicación de la ciencia o los errores suscitados en este proceso, e intenta observar su propia funcionalidad, las estructuras metodológicas que la conforman y las nociones centrales que la componen. Esto, claro está, sin ir más allá de la esencia del pensamiento científico adoptado por la Declaración de la Ciencia de la Conferencia Mundial (CIUC, 1999), definido como: “la capacidad de analizar los problemas desde diferentes perspectivas y buscar explicaciones de los fenómenos naturales y sociales, sometidos siempre a análisis críticos”.

Una de las principales observaciones abocadas al convencional enfoque científico es la predominancia de una perspectiva analítica basada en el reduccionismo, es decir, en la división de los sistemas en elementos cada vez más pequeños. Esta corriente se centra en la investigación de las partes y surge de las tradiciones de la ciencia experimental, la cual se centra en un objeto lo suficientemente estrecho con el fin de plantear hipótesis, recopilar datos y diseñar nuevas críticas para rechazar hipótesis inválidas. Debido a esto, la escala escogida tiene que ser (normalmente) pequeña en el espacio y breve en el tiempo. Según Funtowicz y Ravetz (1999), una imagen de la realidad que reduce los fenómenos complejos a elementos sencillos y atómicos puede ser muy efectiva para la experimentación controlada y la construcción de la teoría abstracta, pero no es el enfoque más conveniente para las modernas problemáticas ambientales que, como es el caso de la energía nuclear, son globales en escala, de larga duración en su impacto, complejas, novedosas, variables y poco comprendidas. El pensamiento científico convencional busca, así, regularidad, simplicidad y certidumbre en los fenómenos y en las intervenciones, pero estos mismos factores pueden llegar a restringir la comprensión de los problemas asumidos.

El enfoque tradicional enfrenta diferentes desafíos que debe considerar y manejar, más aún, si los esfuerzos actuales se enmarcan dentro de los lineamientos de la sustentabilidad¹⁹. Un símil de la presencia de dichos desafíos se presenta en un estudio sobre la gestión de los riesgos, publicado por el Consejo Internacional de Gobernabilidad del Riesgo (IRGC, por sus iniciales en inglés) donde se afirma que la evaluación de los riesgos tecnológicos enfrenta tres desafíos principales que pueden ser descritos usando los términos “complejidad”, “incertidumbre” y “ambigüedad”²⁰ (Renn,

¹⁹ Para este caso, se parte de una definición amplia de sustentabilidad donde el concepto va más allá de la referencia puramente biofísica en relación a un recurso natural, un grupo de recursos o un ecosistema en particular; llegando a considerar, también, aspectos sociales, políticos, éticos y económicos (Dixon; Fallon, 1989).

²⁰ En este caso, la *complejidad* se refiere a la dificultad de identificar y calificar vínculos causales entre una multitud de agentes potenciales y efectos específicos. La *incertidumbre* es diferente de la complejidad, pero a menudo resulta de una reducción incompleta o inadecuada de ésta en la modelación de las cadenas de causa-efecto. En el contexto de la evaluación de riesgos es esencial reconocer que el conocimiento humano es siempre incompleto y selectivo, y de esta forma contingente en cuanto a supuestos, afirmaciones y predicciones inciertas. Mientras que la incertidumbre se refiere a la falta de claridad

2005). Dichos desafíos no se relacionan tanto con las características intrínsecas de los riesgos, sino más bien, con el estado y la calidad del conocimiento disponible acerca de los mismos.

Se advierte también que, dentro del propio campo científico, se producen desacuerdos o divergencias de opinión, particularmente en situaciones de riesgo tecnológico. Quizá por estas razones los individuos ya no aceptan simple y llanamente los descubrimientos producidos por los científicos en el campo nuclear, por el contrario, la sociedad ha dejado de basar su orden normativo en una acumulación de saberes aceptados, reproducidos ordenadamente y transmitidos por castas sucesivas de “guardianes de la verdad”, como todavía ocurría en la sociedad industrial clásica. En la actualidad, siguiendo a Giddens (1999), la sociedad se ve enfrentada a un muro de incertidumbres, al que las voces discordantes de los expertos no pueden dar una respuesta eficaz o, al menos, mayoritaria.

Son muchas las tipologías de incertidumbres que se han presentado en la bibliografía reciente. De acuerdo con O’Riordan y Jordan (1995), la incertidumbre adquiere tres formas, cada una de las cuales produce un conjunto diferente de dificultades:

- *Incertidumbre en términos de no-disponibilidad de datos.* En este caso el problema estriba en que la medición y el control son tan poco cuidadosos o se hacen tan esporádicamente que el registro histórico y espacial carece de fiabilidad. Se trata, por tanto, de un tipo de incertidumbre técnica. En el campo de la energía nuclear, este tipo de incertidumbre aparece, por ejemplo, al pensar en los impactos ambientales originados en todo el ciclo de vida de la energía nuclear, incluyendo los impactos ambientales negativos generados por los residuos radiactivos en su lugar de disposición final. Frente a estos temas no hay suficiente información.

- *Incertidumbre en términos de ignorancia.* Este tipo de incertidumbre se produce cuando “ignoramos lo que desconocemos”. Cada vez con más frecuencia los científicos reconocen que muchas de sus hipótesis están basadas en evidencias que no se pueden generalizar. En el tema de la energía nuclear, esta incertidumbre hace presencia cuando los expertos pretenden expresar con certeza, mediante evaluaciones de riesgos²¹ y cálculos estadísticos, el número, tipo y magnitud de los accidentes que enfrentará una central nuclear. Estos expertos olvidan que la predicción de estos eventos es y seguirá siendo una ciencia inexacta, a pesar del poder de predicción que parecen ofrecer a primera vista a los modelos cuantitativos de medición.

- *Incertidumbre en términos de indeterminación.* En este caso, los propios parámetros del sistema no son conocidos, ni tampoco sus interrelaciones, ya que la complejidad es tal que la modelización se hace totalmente aleatoria. Este sería el caso de la incertidumbre que aflora al intentar describir con exactitud el comportamiento de la

respecto a la base científica o técnica para la toma de decisiones, la *ambigüedad* (interpretativa y normativa) es un resultado de perspectivas divergentes o competitivas sobre la justificación, severidad y “significados” más amplios asociados con una cierta amenaza (Vessuri, 2006).

²¹ Para Santillo y Johnston, “las evaluaciones de riesgo distan bastante de ser absolutas. Por ejemplo, suelen estar limitadas por la variación estadística, la calidad de los datos tomados, los supuestos inherentes (y con frecuencia mal definidos) y las incertidumbres” (2002:91).

radiactividad en el ambiente y la forma como ésta afecta a diversas especies y ecosistemas en el largo plazo, incluyendo potenciales efectos sinérgicos y acumulativos desatados. Como respuesta, múltiples sectores sociales consideran necesario adoptar mecanismos precautorios que tengan en cuenta este tipo de incertidumbres e indeterminaciones (factores no susceptibles a reducción analítica) a la hora de tomar decisiones frente a la incursión de algún evento tecnológico (Riechmann; Tickner, 2002).

La ciencia, así, se hace cada vez más necesaria, pero, paradójicamente, al mismo tiempo cada vez más insuficiente para la definición de la “verdad” socialmente aceptada. Además, de acuerdo con Giddens (1999), una característica de la nueva situación es que los expertos discrepan entre sí, haciendo que las investigaciones generen conclusiones ambiguas e interpretaciones enfrentadas. Este fenómeno plantea el reto de superar la “incoherencia y contradicción entre la ciencia como sistema experto y la cultura como conocimiento común” (Mairal, 1999).

En consecuencia, se impone la idea de que en las sociedades contemporáneas los científicos no pueden seguir garantizando certidumbres con respecto a los riesgos tecnológicos, sino que deben compartir sus dudas (y percepciones) con otros sectores (e igualmente otras percepciones) de la sociedad.

5. PLURALIDAD DE PERSPECTIVAS Y PARTICIPACIÓN SOCIAL

En la sociedad del riesgo, los problemas asociados a determinados tipos de riesgos tecnológicos estimulan la emergencia de nuevos estilos de actividad científica²². La noción central para entender este tipo de temas es el concepto de “complejidad”. Ante esto, se dice que los sistemas complejos no son simplemente complicados, sino que por su propia naturaleza implican profundas incertidumbres y una pluralidad de perspectivas legítimas. De ahí que, en este contexto, las metodologías de la ciencia experimental tradicional tengan una efectividad limitada. De ahí, también, que la participación social en los procesos científico-políticos cobre una nueva dimensión (Funtowicz, Ravetz, 1999).

Las dos características mencionadas de los sistemas complejos (incertidumbre y pluralidad de perspectivas) explican por qué los procesos relacionados con la gestión de los riesgos nucleares no se pueden conformar, ni pueden ofrecer respuestas satisfactorias, a partir de la mera acumulación y posterior aplicación de conocimientos científicos. Como señala Giddens:

“Las decisiones en estos contextos no se pueden dejar a los «expertos», sino que debe implicar a políticos y ciudadanos. En resumen, no se puede confiar en la

²² Diversos son los términos que se han utilizado para nombrar estos novedosos enfoques de actividad científica. Weinberg (1970), por ejemplo, utiliza el término *transcientífico* para referirse a la controversia que, como las relacionadas con la protección del ambiente, no pueden clausurarse sólo sobre la base de información científica porque, en parte, dependen de juicios de valor. Entretanto, Funtowicz y Ravetz (2000) diferencian la ciencia normal (en términos de Kuhn donde el proceso de resolución de problemas se lleva a cabo sin tener en cuenta cuestiones metodológicas, sociales y éticas más amplias) y la *ciencia posnormal* (donde el nivel de incertidumbre de la ciencia y el nivel de las apuestas de decisión toman relevancia).

ciencia y la tecnología para automáticamente saber qué es bueno, ni pueden siempre proporcionar verdades diáfanas; deben ser convocadas para que justifiquen abiertamente sus conclusiones y propuestas en escrutinio público” (Giddens, 1999).

Por todo esto, cada vez son más frecuentes y significativas las iniciativas tendientes a implicar a círculos ciudadanos progresivamente más amplios en el proceso de toma de decisiones y de gestión de los riesgos. Al depender la calidad del proceso de toma de decisiones, del diálogo abierto entre todos los agentes sociales implicados con voluntad de participar en la resolución del tema, algunos autores advierten la necesidad de que la ciencia amplíe su campo de acción a la “esfera cívica” (Lee, 1993). Bajo esta mirada, no se trata de entender la gestión del riesgo nuclear únicamente como una obra de ingeniería, sino como un *proceso* social y político complejo que *necesariamente* implica un debate a fondo.

Al poner de relieve la inexistencia de una perspectiva única, no se pretende desembocar en algún tipo de planteamiento relativista. Más bien se trata de subrayar que en el proceso de toma de decisiones en problemáticas ambientales, bajo una visión ambiental compleja (Carrizosa, 2001), se debe incluir el diálogo entre los que tienen intereses legítimos en el tema y los que se sienten comprometidos en su solución. No se busca, pues, “criticar o degradar al científico natural, sino sólo de dejar de considerarlo como un sacerdote” (Rorty, 1996:58), es decir, se trata de subrayar que el propio proceso de toma de decisión puede ser tan importante como la decisión que finalmente se alcance. La diversidad de perspectivas, y su consecuente escenario de conflicto, no es un accidente desafortunado que pueda ser eliminado por una ciencia social o natural más precisa, sino que es consustancial al carácter de los sistemas complejos (Funtowicz; Ravetz, 1999).

6. A MODO DE CONCLUSIÓN...

Al encarar un tema tan polémico como el desarrollo de la energía nuclear (que representa riesgos de amplio espectro y prospera convencida de tener un total control de los procesos, de cimentar sus conocimientos en nociones objetivas y de estar libre de toda incertidumbre) queda en evidencia la imperante necesidad de acercar este tipo de procesos tecnocientíficos a enfoques precautorios, donde el reconocimiento de las incertidumbres científicas y la participación de los diversos sectores sociales implicados (no sólo en las instancias consultivas, sino también en las decisivas) son aspectos considerados con seriedad. La sociedad, así, exige cada vez más un manejo cauteloso de las implicaciones del desarrollo tecnológico (del nuclear en este caso), instalando el debate científico en una nueva fase de alto contenido político, donde la responsabilidad y la participación social ya no afloran únicamente ante la inminencia de los efectos adversos, sino que éstas son evocadas con antelación y de forma contingente en la sociedad del riesgo.

7. BIBLIOGRAFÍA

AEREN – Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos (2006). *El Futuro de la energía nuclear ¿agonía o reanimación?* España: AEREN.

Barbarán, G. (2008). “Estudios de localización para el emplazamiento de nuevas centrales nucleares en la Argentina”. En: *Revista de la Comisión Nacional de Energía Atómica*, año VIII, n. 31/32, pp. 5-10.

Bechmann, G. (1995). “Riesgo y desarrollo técnico-científico. Sobre la importancia social de la investigación y valoración del riesgo”. En: *Cuadernos de Sección, Ciencias Sociales y Económicas*, n. 2, pp.59-98.

Beck, U. (2002). *La sociedad del riesgo global*. Madrid: Siglo XXI.

Beck, U. (1998). *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Editorial Paidós.

Beck, U. (1996). “Teoría de la Sociedad del Riesgo”. En: Beriain, J. (comp.). *Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo*. Barcelona: Editorial Anthropos, pp. 201-222.

Carrizosa, J. (2001). *¿Qué es ambientalismo? La visión ambiental compleja*. Bogotá: PNUMA / IDEA / CEREC.

CEISE – Centro Europeo de Investigación Social de Emergencias (2002). *La aceptabilidad social del riesgo nuclear: gestión política y técnica de dicho riesgo*. Madrid: Empresa Nacional de Residuos Radiactivos – ENRESA.

CLICET – Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas (2006). *Evolución histórica del Sistema de Generación Nucleoeléctrica de Argentina, periodo 1974-2006*. Buenos Aires: CLICET.

CNEA – Comisión Nacional de Energía Atómica (2007). *Memoria y balance 2007*. Buenos Aires: Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

CIUC – Consejo Internacional de Uniones Científicas (1999). Número especial de *Science Internacional*, Septiembre. París: CIUC.

Concha, I. (2007). *Boletín Energético No. 20*. Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica.

Dixon, J.; Fallon, L. (1989). “The concept of sustainability: origins, extensions and usefulness for policy”. En: *Society and Natural Resources*, n. 2, pp. 73-84.

Echeverría, J. (2005). “La revolución tecnocientífica”. En: *CONfines* 1/2 agosto-diciembre, pp. 9-15.

Funtowicz, S.; Ravetz, J. (2000). *La ciencia posnormal: ciencia con la gente*. España: Editorial Icaria.

Funtowicz, S.; Ravetz, J. (1999). "Política ambiental en situaciones de complejidad". En: *Revista Medi Ambient. Tecnología i Cultura*, n. 24, [en línea]. En: Internet <<http://www.gencat.net/mediamb/revista/rev24-0.htm>> (consulta 20 de agosto de 2009).

Funtowicz, S.; Ravetz, J. (1993). *Epistemología política. Ciencia con la gente*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Gallopín, G. *et al* (2001). "Una ciencia para el siglo XXI: del contrato social al núcleo científico". En: *Revista internacional de ciencias sociales. La ciencia y sus culturas*, n. 168, pp. 47-62.

Giddens, A. (1999). *La tercera vía*. Barcelona: Paidós.

Greenpeace (2006). *365 incidentes y accidentes nucleares*. Buenos Aires: Greenpeace.

Greenpeace; Cono Sur Sustentable (2007). *Los mitos de la Energía nuclear*. Argentina: Taller Ecologista-WISE; Greenpeace.

Lavell, A. (2003). *La gestión local del riesgo nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Panamá: CEPREDENAC – PNUD.

Lee, K. (1993). *Compass and Gyroscope: the role of science in environmental policy making*. Nueva York: Island Press.

López, J.; Luján J. (2000). *Ciencia y política del riesgo*. Madrid: Alianza Editorial.

Lubchenco, J. (1998). "Entering the Century of the Environment: A new social contract for science". En: *Science*, n. 279, pp. 491-497.

Mairal, G. (1999). "Los conflictos del agua y la construcción del riesgo". En: V.V.A.A. *El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua*. I Congreso Ibérico sobre planificación y gestión del agua. Zaragoza: Institución Fernando el Católico (C.S.I.C.), pp. 605-617.

Martínez-Alier, J. (1997): "Deuda externa y deuda ecológica", en: *ALAI, América Latina en Movimiento*, N° 262.

Moreno, R.; Larraín, S. (2007). *La energía nuclear no tiene futuro. La crisis de la opción nucleolétrica y sus costos económicos, políticos y ambientales para América del Sur*. Argentina: Fundación Heinrich Böll, Cono Sur Sustentable.

Oltra, C. (2005). "Modernización ecológica y sociedad del riesgo. Hacia un análisis de las relaciones entre ciencia, medioambiente y sociedad". En: *Papers*, n. 78, pp. 133-149.

O'Riordan, T.; Jordan, A. (1995). "The Precautionary Principle in contemporary environmental politics". En: *Environmental Values*, v. 4, n. 3, pp. 191-212.

Renn, O. (2005). *White Paper on Risk Governance*. Towards an integrative approach, international risk, governance council, Ginebra.

Rescher, N. (1999). *Razón y valores en la Era científico-tecnológica*. Barcelona: Paidós.

Riechmann, J. (2002). “Introducción: un principio para reorientar las relaciones de la humanidad con la biosfera”. En: Riechmann, J.; Tickner, J. (coords.). *El principio de precaución. En medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*. Barcelona: Icaria.

Riechmann, J.; Tickner, J. (coords.) (2002). *El principio de precaución. En medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*. Barcelona: Icaria.

Rodríguez, J. (1999). “El riesgo como utopía negativa. Notas para una reflexión”. En: Ramos, R; García Selgas, F. *Globalización, Riesgo, Reflexividad. Tres temas de teoría social contemporánea*. Madrid. Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS), pp. 191-204.

Rorty, R. (1996). *Objetividad, relativismo y verdad*. Barcelona: Paidós.

Santillo, D.; Johnston, P. (2002). “Principio de precaución y evaluación del riesgo”. En: Riechmann, J.; Tickner, J. (coords.). *El principio de precaución. En medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*. Barcelona: Icaria.

Vessuri, H. (2006). “Gobernabilidad del riesgo de la convergencia tecnológica”. En: *Cinvestav*, enero-marzo, pp. 11-20

Weinberg, A. (1970). “Science and Trans-science”. En: *Minerva*, n. 10, pp. 209-222.