

Derecho y medioambiente

Héctor Fernández¹

Resumen

En la concepción de pensamiento ambiental, científica, nanotecnológica, informática, espacial y tecnósfera, se toma como referencia a la ecología, disciplina que forma parte de la biología. La nanotecnología se la puede definir como “la ciencia de manipular la materia a una escala atómica y molecular para resolver problemas. La nanotecnología es una ciencia aplicada al desarrollo, con el potencial de hacer contribuciones significativas en muchos campos, incluyendo la ingeniería, la informática y la medicina”.

Palabras clave

Derecho ambiental — medioambiente — biósfera — tecnósfera — nanotecnología — informática

Sumario

I. Las concepciones y definiciones. II. Concepción ambiental, científica, nanotecnológica, informática, espacial y tecnósfera. III. Referencias.

Las concepciones y definiciones

Sobre los conceptos, 83, Aecio, Opiniones IV, 11: “Cómo se genera la sensación y la concepción y el pensamiento de acuerdo con la disposición.”. Los Estoicos dicen:

Cuando nace el hombre, la parte dominante del alma es como una hoja eficaz para el registro. A este fin registra cada una de sus concepciones. El primer modo de este registro es el que se produce mediante las sensaciones. Cuando tenemos la sensación de algo, por ejemplo, lo blanco, retenemos un recuerdo

¹ Abogado de la Facultad de Derecho (UNLZ) y Licenciado en Relaciones Laborales de la Facultad de Ciencias Sociales (UNLZ). Contacto: dochectorfer@yahoo.com.ar

suyo incluso cuando ha desaparecido. Cuando se generan muchos recuerdos de la misma especie, entonces decimos que tenemos experiencia.

(cfr. Crisipo de Solos. Siglo III A. C. Lógica Estoica, Tomo II, traducción española de Adrián Castillo, según la edición de Johannes von Arnim, Montevideo, 2007, pág. 22 y 23).

Concepción ambiental, científica, nanotecnológica, informática, espacial y tecnósfera

En este vector de pensamiento, se toma como referencia a la ecología, disciplina que forma parte de la biología.

El concepto *ecología* está compuesto por las palabras griegas *oikos* (morada) y *logos* (tratado, ciencia del hábitat), siendo definida por primera vez por el biólogo alemán Haeckel en el año 1868 como:

Conjunto de conocimientos referentes a la economía de la naturaleza, la investigación de todas las relaciones del animal, tanto en su medio inorgánico como orgánico, incluyendo, sobre todo, su relación amistosa y hostil con aquellos animales y plantas con los que se relaciona directa o indirectamente.

(Blanco Lozano, 1997)²

En este camino conducente, reconocidos especialistas definen la ecología como:

² Vid. la noción de *epistemología ambiental* en Leff, 2006. "La crisis ambiental es una crisis del conocimiento. El saber ambiental que de allí emerge como la invasión silenciosa del saber negado, se cuela entre las murallas defensivas del conocimiento moderno; se filtra entre sus mallas teóricas a través de sus estrategias discursivas. La epistemología ambiental derrumba los muros de contención de la ciencia y trasciende todo conocimiento que se convierte en sistema de pensamiento. Llega así a cuestionar al marxismo y al estructuralismo, pero al mismo tiempo usa sus armaduras teóricas contra el proyecto positivista (universalista, cosificador, ratificador) del conocimiento. El saber ambiental devela y desentraña las estrategias de poder que se entretajan en la epistemología empirista y racionalista que confunden el ser con el ente, lo real con la realidad, el objeto empírico y el objeto de conocimiento; desenmascara las estrategias conceptuales de las teorías de sistemas y del pensamiento ecológico; establece las bases epistemológicas para la articulación teórica de las ciencias y abre el conocimiento hacia un diálogo de saberes".

A) estudio de la estructura y función de la naturaleza (Odium, 1976)³;

B) biología de los sistemas (Margalef).

Para Ruesgas (1996), el ecosistema es “la descripción de las relaciones que se establecen entre los seres vivos y entre éstos y el sustrato inerte sobre el que se asientan. Sintéticamente expresado, un ecosistema es un conjunto de compartimentos relacionados entre sí por flujos de materia, energía e información”.

Entiende Parra (1994) que el ecosistema es

Un proceso biológico espaciotemporalmente diferenciado de su entorno que en su interacción con él, y más o menos automáticamente, hace posible la implementación de sus propios objetivos sistémicos básicos: sus *inputs* y sus *outputs*; esto es, su supervivencia, su propia diferenciación y su propia reproducción.

Tamames (1995) desde la perspectiva de la ecología humana o social, explica que la ecología “estudia las consecuencias de que el hombre vaya ocupando, progresivamente, el medio en que vive. Originando, como consecuencia de los desechos que genera la propia actividad humana, cambios en la faz de la tierra y en la composición de la biosfera”.

Guattari nos orienta a una recomposición de las prácticas sociales e individuales desde una ecología mental, una ecología social y una ecología ambiental, de manera que el espectro de la acción ecológica abarque las consecuencias de la actividad humana sobre el ambiente natural, pero que también focalice los factores de subjetivación y socialización sobre los que se fundan las prácticas destructivas y que obstaculizan el crecimiento personal y espiritual.

³ “Los ecosistemas son capaces, lo mismo que sus poblaciones y organismos componentes, de autoconservación y autorregulación. Así, pues, la cibernética (kybernetes = piloto o timonel), ciencia de los controles, tiene una importante aplicación en ecología, sobre todo puesto que el hombre propende cada vez más a desbaratar los controles naturales o trata de substituir los mecanismos naturales por otros artificiales. Homeostasia (homeo = igual; stasia = estado) es el término empleado para significar la tendencia de los sistemas biológicos de resistir al cambio y permanecer en estado de equilibrio (...) En el momento actual, la tierra dista mucho de encontrarse en un estado de estabilidad con respecto a la energía, porque hay vastas energías potenciales y diferencias de temperatura que se mantienen gracias a la corriente continua de energía lumínica que nos llega desde el sol. Sin embargo, es el proceso de desplazarse hacia el estado estable el que ocasiona la sucesión de cambios de energía que constituyen los fenómenos naturales de la tierra tal como los conocemos”.

Buchinger, por su parte, comenta que la ecología trata “el complejo total de un espacio ocupado (temporal o permanente) por seres vivientes, incluyendo sus relaciones recíprocas, así como también, la totalidad del ambiente”.

Para la Conferencia Mundial de la Biosfera en París (1968), el ecosistema consiste en un sistema relativamente estable en el tiempo y termodinámicamente abierto en cuanto a la entrada de sustancia y energía.

Pigretti (1992) expresa que el derecho de la biosfera:

Considerará no solo la cuestión relativa a la normatividad de los recursos naturales como hecho estático, sino también la consideración dinámica de las condiciones de vida en nuestro planeta y, con todo énfasis, la protección de la vida de todo ser viviente respecto de cualquier tipo de agresión que pueda recibir de otro sector vivo de la naturaleza.

El distinguido *juris* ambientalista latinoamericano Franza sobre la *perspectiva sistémica de la biósfera* dice:

La unión de la ecología y de la economía para el planeamiento del desarrollo es difícil y a menudo inexistente, debido a que la gente ve al mundo únicamente en partes, no percibe la totalidad del mismo, el “todo” de la naturaleza. Los líderes políticos rara vez hablan, y debemos presumir que rara vez piensan de manera hilística.

El enfoque de problemas coyunturales al alcance de la mano siempre ha servido de manera conveniente al éxito y permanencia en un foro político.

El mundo moderno se caracteriza por el fluido rápido y copioso de la información, pero se ha permitido a sí mismo muy escasas oportunidades para la consideración reflexiva de las consecuencias de las múltiples tendencias de largo plazo. La exigencia del día, excluyen los temas de menor urgencia inmediata, y el estamento directivo, al centralizar el enfoque selectivamente de los temas

políticamente críticos, deja de lado los factores que no son percibidos como urgentes, para la toma de decisión. Esta modalidad en el planificar y decidir tiene una practicidad lógica, ya que las decisiones no pueden tener todo en cuenta simultáneamente.

En el caminar de la *nanotecnología* se pueden desarrollar las siguientes ideas:

La nanotecnología se la puede definir como “la ciencia de manipular la materia a una escala atómica y molecular para resolver problemas. La nanotecnología es una ciencia aplicada al desarrollo, con el potencial de hacer contribuciones significativas en muchos campos, incluyendo la ingeniería, la informática y la medicina” (*National Human Genome Research Institute*).

En lo atinente a la mirada del *desarrollo nanotecnológico y el medioambiente*, el Instituto Politécnico Nacional de México, Nanotecnología y Medioambiente sostiene:

La nanotecnología atrae muchas miradas tanto por su potencial desenfrenado como por la incertidumbre asociada a esta ciencia vanguardista que se desarrolla a escala atómica. La palabra *nano* que en griego significa enano fue adoptada por el lenguaje científico porque quiere controlar el mundo de lo pequeño, un mundo que se mide en nanómetros— medida que equivale a una milmillonésima parte de un metro o a una milésima parte del tamaño de un cabello humano. Pero *nano* también se puede traducir como futuro, ya que es el destino al que se dirige gran parte de las investigaciones para llevar sus aplicaciones al campo de la tecnología, la industria, la biología, física, química, medicina, informática, entre muchas otras.

[...]

En cuanto al medio ambiente, los desarrollos nanotecnológicos son un arma de doble filo. Es poca la información que se dispone acerca del destino de las nanopartículas que, dado su tamaño reducido, muchos temen que se

extiendan y acumulen en los organismos vivos—entre éstos los humanos— y dañen los ecosistemas y la biodiversidad. Las nanopartículas ambientales podrían introducirse con más facilidad en el organismo humano y, por ejemplo, afectar las proteínas celulares y la función inmunológica. No obstante, según los científicos, las nanotecnologías también podrían desempeñar un importante papel en la protección del medio ambiente. Las aplicaciones incluyen el uso de las nanopartículas para atrapar contaminantes en el agua o para mejorar los sensores de emisiones de gases, tal y como lo demuestra el proyecto de investigación Nanogas, respaldado por la UE.

El informe anual de la ONU sobre el medio ambiente de 2006 califica a la nanotecnología de desafío emergente: *Tiene un enorme potencial para generar beneficios sociales, económicos y medioambientales (...). Sin embargo, su impacto ambiental es en gran medida desconocido (...). Hace falta una investigación más sistemática, y políticas (de control público) específicas para el sector.*

[...]

La UE hace autocrítica. En las conclusiones del Congreso sobre Nanoseguridad organizado en Helsinki, octubre de 2006, se expresó: “*Los nanomateriales son pequeños comparados con las barreras naturales del organismo a los objetos extraños. Además, pueden tener propiedades nuevas comparadas con las de la misma sustancia en su forma macro. Los científicos son aún incapaces de predecir estas nuevas propiedades. Debemos acelerar la caracterización [de los nanomateriales] y buscar diseños seguros para evitar que los riesgos desconocidos obstaculicen el desarrollo de las nanotecnologías*”.

Se sabe que las nanopartículas, una vez en el organismo —tras haber sido inhaladas, ingeridas, inyectadas o absorbidas por la piel— pueden atravesar la barrera hematoencefálica, que evita que sustancias potencialmente tóxicas en el torrente sanguíneo entren en el cerebro. Pero, en realidad ¿hay motivo de preocupación? ¿Se ha detectado algún tipo de efectos de la nanotecnología sobre la salud? La nanotoxicología y la nanoecotoxicología se ocupan de averiguarlo. Sin embargo, para Robert Madelin, director general de Salud y Protección al Consumidor de la Comisión Europea en Helsinki, son disciplinas aún en pañales.

[...]

Günter Oberdorster, de la Universidad de Rochester (Estados Unidos), y ponente en el congreso de Helsinki, asegura que se han medido efectos de nanopartículas sobre la salud. Un ejemplo es su estudio, con ratas, sobre el efecto en el sistema nervioso central de nanopartículas de óxido de manganeso inhaladas; se observó que estas partículas viajan con mucha rapidez desde la nariz a diversas regiones cerebrales. Según este experto, la mayoría de las nanopartículas serán probablemente inocuas, pero hay que estudiar caso por caso. No descarta efectos agudos adversos y consecuencias a largo plazo y, subraya, que un material que sea seguro a dimensiones normales no implica que también lo sea en su versión nano.

En lo referente a las *implicancias ambientales de los nanomateriales*, se mencionan las siguientes ideas:

El asunto es complejo dado que en la nanociencia hay notables vacíos de conocimiento, entre los que se identifica como más importantes: (a) la insuficiente definición “del punto” en el que de hecho las propiedades cambian en relación con el tamaño (macro/micro/nano escala), (b) la limitada claridad

acerca de esas propiedades de la nanoescala, y (c) el casi nulo conocimiento de las implicaciones de la interacción de tales o cuales nanoestructuras con el medio natural. (Delgado, 2006: 11-16)

La ingeniera ambiental Nora Savage, de la *Environmental Protection Agency* (Agencia de Protección Ambiental) de los Estados Unidos, indica al respecto:

Los compuestos sobre los que tenemos datos toxicológicos, de destino/transporte o de bioacumulación/biodisponibilidad tal vez necesiten ser reanalizados debido al hecho de que en la nanoescala las propiedades químicas y físicas usualmente se alteran [...]. Estamos aprendiendo que: (1) estos materiales necesitan ser [física y químicamente] bien caracterizados de modo que los resultados de las investigaciones puedan ser comparables, (2) que puede no ser tan apropiado examinar el uso de nanomateriales diseñados que el de los productos consumibles en los que éstos son incorporados, y que (3) no es suficiente afirmar que los nanomateriales fijados o incrustados en matrices no implican peligro ambiental o humano alguno —el destino final del producto debe ser considerado: si el producto es quemado, puesto en la tierra con líquidos y gases reactivos, reciclado, etcétera.

Otros estudios han señalado que —además de que ciertos nanomateriales podrían ser efectivos como agentes bactericidas tanto para bacterias positivas como negativas en un cultivo dado, en particular los fullerenos del tipo C60— podrían potencialmente inhibir de modo importante el crecimiento y la respiración de los microbios (Epa 2005: 59). Asimismo, Yang y Watts (s.f.: 122-132) reportan que las nanopartículas de aluminio (de 13 nanómetros) pueden estar involucradas en el enlentecimiento del crecimiento de las raíces de plantas como el maíz, calabacín, soya, col y zanahoria. Aunque si las nanopartículas son cubiertas de fenantrene (un hidrocarburo aromático), dichos efectos se aminoran. El caso de nanopartículas de aluminio de mayor dimensión no registró tal impacto en las plantas y los resultados se limitan a ensayos de laboratorio.

De ser válidos los señalamientos anteriores fuera del laboratorio, el impacto de la masiva liberación de esas nanopartículas y nanoestructuras en el ambiente podría ser devastador, sobre todo en las zonas endémicas y megadiversas del orbe. La incertidumbre de lo que califica atinadamente Paulo Martins (Delgado Junio-2006) como la creación de una *nueva naturaleza* sugiere ser mayor, al grado que aseguradoras como Allianz AG (Alemania) ya consideran (que) “los riesgos de la nanotecnología tendrán que ser parte del portafolio de seguros industriales”⁴.

No es casual que David Rejeski, director del proyecto en Nanotecnologías Emergentes del *Woodrow Wilson Internacional Center for Scholars*, señalara en una audiencia ante la Casa de Representantes de Estados Unidos:

Necesitamos una completa y transparente revelación de todas las investigaciones en medioambiente, salud y seguridad que están siendo financiadas por el gobierno (de todos los proyectos, no solamente la suma monetaria de estos). Ello nos permitirá identificar los vacíos, mejorar la asociación con la industria y con otros países para llenar esos vacíos y, al margen, estratégicamente invertir o desinvertir. (Rejeski, 2005)

Y agregaba:

Estaremos enfrentándonos con riesgos nanotecnológicos por décadas. Estos riesgos serán más complejos conforme lo nano y la biotecnología converjan, y no menos... Debemos prepararnos para lo inesperado. La nanotecnología está planeada para ser disruptiva, por lo que no es algo en lo que debiéramos ser engreídos o estar sobre confiados.

⁴ “La aseguradora especifica que ‘varios puntos básicos definen posibles escenarios de riesgo por nanopartículas: (a) un alto incremento en el número de personas que estarán expuestas; (b) potenciales efectos dañinos que se esperan se desarrollen en largos periodos de varios años; (c) en casos individuales será difícil establecer una relación causal entre las acciones de una compañía y la resultante injuria o daño; (d) la exposición ocupacional es la mayor preocupación; y (e) una cierta cercanía con pérdidas mayores del pasado será evidente’” (Lauterwasser 2005: 5).

En el entendimiento sobre *informática y medioambiente*⁵, contemplándose su impacto negativo y problemática (ambiental, económica, social, salud, etc.), implica —obviamente— el involucramiento de las organizaciones productivas y de servicios; asimismo, el plexo colectivo de la sociedad como objetivo del bien común.

Ahora bien, entonces, se debe reparar en toda intensificación, no solo de la actuación de los actores independientes especializados (v.gr. reparaciones y otras actividades), sino fundamentalmente las instituciones educativas y empresarias, donde tiene una acabada intervención idónea el servicio de higiene, seguridad y medioambiente sobre el particular en cuanto a su gestión y recomendaciones en tal sentido, volcando las ideas —entre otras— de recuperación y reciclados de los elementos constitutivos.

Recuérdese que en los materiales de los equipos se encuentra el *berilio* (aleaciones para componentes electrónicos y eléctricos), elemento tipificado como cancerígeno en la tabla de Concentraciones Máximas Permisibles (CMP), en orden al valor de N.º CAS: 7440-41-7, CMP: 0,002 mg/m³ y CMP-CPT: 0,01 mg/m³, PM: 9,1. Efectos críticos: cáncer (pulmón), beriliosis (cfr. Resolución Superintendencia de Riesgos del Trabajo – SRT- 295/2003) y concordantes.

A los efectos de ser breve, la destacada doctrina toxicológica *Toxicología Laboral. Criterios para la Vigilancia de los Trabajadores Expuestos a Sustancias Químicas* arguye sobre el berilio (que): “se observa intoxicación aguda a exposición a polvos y humos, a) trastornos cutaneomucosos; b) afección de vías respiratorias: traqueobronquitis aguda y neumonía química [...]” (Nelson y Epelman, 1999).

Sobre los *residuos y desechos electrónicos* Martínez, y Porcelli y desarrollan:

En la actualidad tanto el sistema de cómputo como sus componentes contienen materiales tóxicos y los consumidores se deshacen de los viejos CPUs, monitores u otro equipamiento electrónico dos o tres años después de su compra. Es más, hasta hace unos años el uso promedio de una computadora era de tres años, en la actualidad la misma se puede volver obsoleta al año de su compra, y

⁵ Fernandez, David Alejandro. Especialista en ciencia de datos (CH-OW-UNaB); y Fernandez, Martín Eduardo. Especialista en Higiene y Seguridad en el Trabajo (FPM-ISPM).

gran cantidad de estos componentes terminan contaminando la tierra y, en muchos casos, el agua. (2015)

Toda esta producción tecnológica genera toneladas de basura electrónica, también denominada internacionalmente *e-waste* (del inglés *electronic waste*, basura electrónica). En Europa también es conocida como RAEE (Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos), incorporando al concepto los residuos eléctricos. El *e-waste* se refiere a todo producto o componente que posee un dispositivo electrónico o chip, que ha llegado al término de su vida útil y está asociado a aparatos que son utilizados diariamente y en distintos ámbitos (por ejemplo, en el hogar, computadoras, monitores, *mouses*, teléfonos móviles, calculadoras, juegos de video, cargadores de teléfonos móviles; en la oficina, equipos de fax, impresoras, fotocopadoras, proyectores, escáneres, centrales telefónicas). De acuerdo con la definición de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), se considera residuo electrónico “todo aparato que utiliza un suministro de energía eléctrica y que ha llegado al fin de su vida útil” (OCDE, 2001).

En el año 2002, la Red de Acción de Basilea (BAN) difundió un demoledor reporte titulado *Exporting Harm: The High-tech Trashing of Asia*, que mostraba la cruda realidad del reciclaje de la basura electrónica en China. Situaciones como la allí descrita motivaron que el documento final de Río +20 incluyera la expresa exhortación a los países y otras partes interesadas a la adopción de todas las medidas posibles “para prevenir la gestión irracional de los desechos peligrosos y su vertido ilícito, en particular en los países con una capacidad limitada para hacer frente a esos desechos, de manera acorde con las obligaciones de los países en virtud de los instrumentos internacionales pertinentes” (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible Río+20, 2012).

En la mayoría de los países de la Unión Europea se aplica el principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), definido como un “principio de política ambiental que promueve el mejoramiento total del ciclo de vida de los productos, por medio de la extensión de las responsabilidades del productor en varias etapas de dicho ciclo, especialmente al devolver, recuperar y disponer el producto” (LINDHQVIST, 2000). Este mecanismo induce a los proveedores a diseñar productos menos contaminantes y que, a su vez, faciliten el reciclado. Se estima que impacta en el

precio de las PC en aproximadamente 60 dólares, de acuerdo con datos publicados por la consultora Gartner. En igual sentido, en China, en agosto de 2008 se aprobó una norma que impulsa la responsabilidad extendida del productor en el reciclado y la disposición final del equipamiento, así como la imposición de restricciones a sustancias peligrosas en su fabricación, pero que además instrumenta un plan de reciclado centralizado con financiamiento por parte del Estado. Estas legislaciones son anticipatorias al claro pronunciamiento del documento final de Río +20 que señala que los desechos sólidos —como los desechos electrónicos y los plásticos— “representan problemas particulares a abordar, solicitando la elaboración y aplicación de políticas, estrategias, leyes y reglamentos nacionales y locales amplios sobre la gestión de esos residuos”.

Con relación al *observatorio mundial de los residuos electrónicos* se puede comentar que, en septiembre de 2015, las Naciones Unidas y todos sus Estados Miembros adoptaron la ambiciosa Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. En esta nueva Agenda se identifican 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas para acabar con la pobreza, proteger el planeta y garantizar la prosperidad para todos a lo largo de los próximos 15 años. El aumento del nivel de residuos electrónicos y la inadecuación y falta de seguridad de su tratamiento, así como su eliminación en vertederos o por incineración plantea problemas importantes para el medio ambiente y la salud de las personas, así como para el cumplimiento de los ODS.

Un conocimiento más profundo de los residuos electrónicos y una mayor disponibilidad de datos sobre ellos contribuirán al cumplimiento de diversos objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y ayudarán a abordar los ODS relativos a la protección del medioambiente y de la salud. También contribuirán a la resolución del problema del empleo y al crecimiento económico, puesto que la buena gestión de los residuos electrónicos puede dar lugar a la creación de nuevos ámbitos de empleo e impulsar el emprendimiento.

La mejor comprensión de los residuos electrónicos y de su gestión está estrechamente relacionada con el Objetivo 3 (Salud y bienestar), el Objetivo 6 (Agua limpia y saneamiento), el Objetivo 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), el Objetivo 12 (Producción y consumo responsables), el Objetivo 14 (Vida submarina) y el Objetivo 8 (Trabajo decente y crecimiento económico).

El tratamiento inadecuado de los residuos electrónicos plantea graves problemas para la salud, debido a que contienen componentes peligrosos, contaminan el aire, el agua y el suelo, y suponen un riesgo para la salud de las personas. Los procesos de desarmado sin medios, instalaciones adecuadas o personal cualificado suponen una amenaza adicional para las personas y el planeta. Estos problemas se abordan en los siguientes ODS, *v. gr.*

La Meta 12.4 es lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medioambiente

La Meta 12.5 es reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización. Cada vez hay más personas que consumen cantidades de bienes cada vez mayores y por ello es indispensable que la producción y el consumo se hagan más sostenibles mediante la sensibilización de productores y consumidores, especialmente en el ámbito de los aparatos eléctricos y electrónicos.

La Meta 8.8 propugna la protección de los derechos laborales y la promoción de un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios. El manejo racional de los residuos electrónicos puede dar lugar a la creación de empleo y contribuir al crecimiento económico en el sector del reciclado y el reacondicionamiento. Actualmente, los residuos electrónicos suelen procesarse en el sector no regulado, y muchos trabajos de eliminación y reciclado de los residuos electrónicos se realizan en condiciones de escasa seguridad y sin el amparo de una reglamentación oficial (Brett y otros, 2009; Leung y otros, 2008).

Por ello, es necesario que los países formalicen la gestión de los residuos electrónicos respetuosa con el medio ambiente y que aprovechen las oportunidades de negocio que ofrece. Las políticas de residuos electrónicos que ya están aplicándose deberían contribuir al desarrollo de modelos de economía, circular a través de medidas reglamentarias que no se limiten a favorecer la recogida y el reciclado. Se necesitan acciones concretas para cambiar la orientación de las medidas políticas hacia la reutilización, el reacondicionamiento y la refabricación de los AEE al final de su vida

útil. La legislación de residuos electrónicos debe fomentar la mejora del diseño de los productos en la fase de producción. Esto es clave para facilitar el reciclado y producir aparatos que sean más fáciles de reparar y de mayor duración. Además, las políticas deben dirigirse tanto a la utilización más eficiente de los recursos para mejorar los procesos de producción como a la recuperación de los materiales valiosos que contienen los AEE.

La mayoría de las leyes y políticas actuales se refieren al principio de Responsabilidad Ampliada del Productor (RAP), que surgió en círculos académicos a principios de la década de 1990 y suele considerarse un principio de política que exige a los fabricantes que acepten la responsabilidad de todas las etapas de la vida útil de sus productos, incluida la gestión del fin de la vida útil. El principio de la RAP tiene tres objetivos principales:

- Hay que incentivar a los fabricantes para que mejoren el diseño medioambiental de sus productos y el desempeño ambiental del suministro de dichos productos.
- Los productos deben alcanzar un alto índice de utilización.
- Deben preservarse los materiales mediante procesos de recogida, tratamiento, reutilización y reciclado que sean eficaces y respetuosos con el medioambiente.

El principio clave en el que se inspira el argumento de la responsabilidad primordial de los productores o fabricantes en esta fase posterior al consumo, es que la repercusión en el medioambiente se determina fundamentalmente en la fase de diseño.

El principio de la RAP se aplica a una diversidad de leyes y políticas. En virtud de este principio, la responsabilidad puede asignarse o bien individualmente (cuando los productores sean responsables de sus propios productos) o colectivamente (cuando los productores del mismo tipo o categoría de productos asuman solidariamente la responsabilidad de la gestión al final de su vida útil). Un sistema lo más aproximado posible al de Responsabilidad Individual del Productor (RIP) puede estimular más fácilmente las mejoras en la fase de diseño debido a que al productor le interesan los beneficios que puedan derivarse de la mejora del diseño. La complejidad de este sistema ha imposibilitado hasta ahora su desarrollo, dando lugar a políticas y legislaciones que se refieren a la responsabilidad colectiva en vez de a la individual.

Un importante obstáculo para que en los países en desarrollo el productor asuma la responsabilidad deriva de la falta de instalaciones de tratamiento (II.TT.) que sean conformes con las normas internacionales y de la falta de infraestructura de recogida que canalice los residuos electrónicos hasta dichas instalaciones. Para superar este inconveniente, deberán aprovecharse las ayudas gubernamentales destinadas a potenciar las II.TT. conformes o adoptar planteamientos orientados al mercado que potencien las instalaciones de reciclado que sean conformes para crear su justificación empresarial.

A la luz de este metálogo, se comentan algunos aspectos sobre el anteproyecto de ley sobre Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (S-0934/10). Por ejemplo:

Capítulo I, art. 2 de los objetivos de la ley: a) Proteger el ambiente y preservarlo de la contaminación generada por los RAEE; b) Promover la reducción de la peligrosidad de los componentes de los AEE; c) Incorporar el Análisis del Ciclo de Vida en los procesos de diseño y producción de los AEE; d) Promover la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización de los RAEE; e) Reducir la disposición final de los RAEE; f) Mejorar el comportamiento ambiental de todos aquellos que intervienen en el ciclo de vida de los AEE(...).

Capítulo II, art. 5, Definiciones: A los efectos de esta ley se entenderá por: a) Aparatos eléctricos y electrónicos (AEE): aparatos que requieren para su funcionamiento corriente eléctrica o campos electromagnéticos, destinados a ser utilizados con una tensión nominal no superior a 1.000 V en corriente alterna y 1.500 V en corriente continua y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos. b) Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE): aparatos eléctricos y electrónicos, sus materiales, componentes, consumibles y subconjuntos que forman parte de los mismos, que su poseedor deseché o tenga la obligación legal de hacerlo; c) Prevención: toda medida destinada a reducir la cantidad y nocividad para el ambiente de los AEE, RAEE, sus materiales y sustancias; d) Recuperación: toda actividad vinculada al rescate de los RAEE desechados por los generadores a efectos de su valorización; e) Valorización: toda acción o proceso que permita el aprovechamiento de los RAEE, así como de los materiales que los conforman, siempre que no dañe el ambiente o la salud humana. Se encuentran comprendidos en la valorización los procesos de reutilización y reciclaje; f) Reutilización: toda operación que permita prolongar el uso de un RAEE, o algunos de sus componentes, luego de su utilización original. g) Reciclaje: todo proceso

de extracción y transformación de los materiales y/o componentes de los RAEE para su aplicación como insumos productivos; h) Tratamiento: toda actividad de descontaminación, desmontaje, desarmado, desensamblado, trituración, valorización o preparación para su disposición final y cualquier otra operación que se realice con tales fines; i) Disposición Final: destino último –ambientalmente seguro– de los elementos residuales que surjan como remanente del tratamiento de los RAEE; j) Productor de AEE: toda persona física o jurídica que fabrique y venda aparatos eléctricos y electrónicos con marcas propias, coloque en el mercado con marcas propias aparatos fabricados por terceros, y/o importe AEE al territorio nacional; k) Distribuidor de AEE: toda persona física o jurídica que suministre aparatos eléctricos y electrónicos en condiciones comerciales a otra persona o entidad, con independencia de la técnica de venta utilizada; l) Gestión de RAEE: conjunto de actividades destinadas a recolectar, recuperar, transportar, dar tratamiento y disponer los RAEE, teniendo en cuenta condiciones de protección del ambiente y la salud humana; m) Gestor de RAEE: toda persona física o jurídica que, en el marco de esta ley, realice actividades de recolección, recuperación, transporte, almacenamiento, valorización, tratamiento y/o disposición final de RAEE; n) Generador de RAEE: toda persona física o jurídica, pública o privada, que deseche RAEE. En función de la cantidad de RAEE desechados, los generadores se clasifican en: a. Pequeños generadores b. Grandes generadores. La cantidad y/o volumen a partir de la cual los generadores de RAEE se clasificarán como grandes generadores, será determinada por la autoridad de aplicación de cada jurisdicción; o) Sitios de recepción: aquellos lugares establecidos por los sujetos obligados y las autoridades de aplicación de cada jurisdicción para la recepción y almacenamiento temporario de los RAEE. p) Reutilizador social: toda persona física o jurídica que recupera materiales, componentes o aparatos con el objeto de reutilizarlos como materias primas o productos, desde una perspectiva de economía de subsistencia y de inclusión social. q) Sistema Nacional de Gestión de RAEE: es el conjunto de instituciones, actores, actividades, acciones y tareas interrelacionados que conforman e integran las distintas etapas de la gestión ambientalmente sostenible de los RAEE, que podrán conformar subsistemas en función del ámbito geográfico, categorías y tipos de AEE y/u otras especificidades.

En una muy sucinta noción sobre los *residuos espaciales*, se puede reseñar lo que quizás fuera una de las primeras definiciones conocidas de residuos espaciales. Esta definición

primigenia se encuentra contenida en el artículo 1 del *Instrumento Internacional de Buenos Aires sobre la Protección del Ambiente por daños causados por residuos espaciales*, documento adoptado por la 66.^a Conferencia de la *International Law Association* en 1994 en Buenos Aires y mantenido bajo revisión permanente⁶. Se transcribe a continuación el artículo mencionado.

A los fines de este Instrumento: a) '*Contaminación/polución*' significa la modificación del ambiente por acción del hombre por la introducción de elementos indeseables o por la utilización indeseable de esos elementos. b) '*Contaminación/polución*' serán considerados términos sinónimos e incluirán toda clase de elementos nocivos que no sean residuos espaciales. c) '*Residuos espaciales*' son objetos en el espacio ultraterrestre construidos por el hombre, que no constituyan satélites activos o de alguna manera utilizables, cuando no pueda esperarse razonablemente ningún cambio en esas condiciones en el futuro previsible. Los residuos espaciales, entre otras causas, podrán resultar de: —Operaciones espaciales de rutina incluyendo fragmentos de cohetes y vehículos espaciales, y fragmentos liberados durante maniobras normales. —Explosiones orbitales y satélites desintegrados, sea de forma voluntaria o accidental. —Residuos originados por colisiones. —Partículas y otros elementos sólidos liberados en actividades espaciales. —Satélites abandonados. d) '*Ambiente*', a los fines de este Instrumento, incluye tanto el ambiente del espacio ultraterrestre como el de la Tierra y de áreas fuera de jurisdicción nacional. e) '*Daño*' significa la pérdida de vidas humanas, las lesiones corporales u otros perjuicios a la salud, así como la pérdida de bienes o los perjuicios causados a bienes de estados o personas físicas o morales, o a bienes de organizaciones

⁶ El origen de este texto se encuentra en un proyecto CONICET-UBA, conducido por la autora Silvia Maureen Williams. Ver *El Riesgo Ambiental y su Regulación. Derecho Internacional y Comparado. Residuos Espaciales, Protección de la capa de ozono*. (1998). Abeledo-Perrot.

internacionales intergubernamentales, o toda modificación desfavorable del ambiente de áreas situadas fuera de su jurisdicción nacional o control.

*Residuos espaciales identificables y no identificables*⁷. Estado del arte. Los científicos, en ámbitos jurídicos, suelen ser contrarios a definiciones. No fue tarea sencilla durante la redacción del antes referido Instrumento de Buenos Aires lograr que nuestros consultores científicos aceptaran la inclusión de cláusulas sobre responsabilidad internacional en su texto. Sin embargo, la posición de los juristas fue firme en el sentido de incorporarlas. Finalmente predominó el enfoque jurídico que era, además, consistente con la normativa del Tratado del Espacio de 1967 y del Convenio de Responsabilidad Internacional por Daños Causados por Objetos Espaciales de 1972. Con el correr del tiempo las posiciones se fueron acercando. Reviste especial interés en la actualidad comparar las opiniones de los científicos en torno a la necesidad de contar con una definición –o, al menos, una descripción– de lo que debe entenderse por residuo espacial. Así, en 2010, Tremayne-Smith, experto de la Agencia Espacial del Reino Unido y representante ante la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de COPUOS, observó que, si bien era prudente evitar definiciones prematuras, entendía las razones del mundo jurídico sobre la necesidad de contar con un texto al respecto.

Este especialista en las ciencias espaciales considera actualmente que el art. 1 del Instrumento de Buenos Aires, es consistente con el momento actual. Subrayó, al mismo tiempo, que un problema creciente —que requiere especial atención en el presente— era el de los residuos espaciales no identificados (o no identificables) dadas sus características fuertemente dispares. A este fin, Tremayne-Smith distingue entre objetos espaciales de gran tamaño y objetos pequeños. Entre los primeros incluye satélites y cohetes que, por lo general, se catalogan en el momento de su lanzamiento y pueden ser identificados sin mayores problemas. En el caso de fragmentaciones de los objetos catalogados, estos deben ser vueltos a catalogar dado el cambio sufrido.

Los objetos más pequeños permanecen unidos al estado de lanzamiento original puesto que, como lo aclara Tremayne-Smith, únicamente se catalogan los objetos identificados. Los más pequeños se observan de manera irregular en el espacio, en el curso de

⁷ En el tratamiento de estos temas hemos avanzado sobre nuestro trabajo presentado a las 40ª Jornadas Iberoamericanas de Derecho Aeronáutico y del Espacio, realizadas en Cádiz, España (2-5-octubre de 2012), convocadas en conmemoración de los doscientos años de la Constitución Española, elaborada y adoptada en esa ciudad y actualmente vigente.

campañas especiales. En este estado del arte es posible tener una visión estadística de la densidad de los residuos⁸.

Desde una plataforma marcadamente jurídica, el jurista francés Armel Kerrest, asimismo en 2010, hace importantes consideraciones sobre el tema considerando que los residuos no identificados constituyen hoy un serio problema⁹. No hay duda de que el Convenio sobre Responsabilidad Espacial (1972) es aplicable en caso de daño aun cuando el dueño del objeto espacial permanezca en el anonimato o no se le conozca. La situación sería similar a un accidente automovilístico en ruta cuando su conductor desaparece sin dejar rastro. De ahí la importancia del Convenio sobre Registro de Objetos lanzados al Espacio Ultraterrestre (1975) que posibilita la determinación del vínculo entre el daño causado y el objeto espacial y así atribuir responsabilidades, por lo menos, a alguno de los estados de lanzamiento.

Ocurre con frecuencia, sin embargo, que el vínculo entre el daño y el responsable es difícil de establecer, situación que exige acciones más efectivas. En este sentido, Kerrest menciona que los Estados Unidos mantiene una lista (o catálogo, según la terminología de Tremayne-Smith) de todo fragmento de residuo espacial y, aparentemente, es este el único país que posee actualmente la tecnología para ello. De todos modos, hoy se percibe en Europa una corriente de opinión que indica la necesidad de adquirir tecnología y formar expertos para el rastreo y seguimiento de estos residuos de manera más eficaz.

Es oportuno distinguir —como lo hace Kerrest—¹⁰ entre un daño causado por residuos espaciales en la superficie de la Tierra y un daño causado en órbita. En el primer caso, únicamente los objetos espaciales de mayor tamaño representan riesgo puesto que las pequeñas partículas rara vez sobreviven el paso por la atmósfera. En consecuencia, los objetos espaciales pequeños no constituyen un riesgo para las personas o sus bienes en la Tierra.

⁸ Estas reflexiones aparecen en una carta del especialista, a la autora Silvia Maureen Williams, de fecha 23 de enero de 2010, *on file*. El científico de referencia tiene amplio reconocimiento de sus pares en el campo e integra la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de COPUOS, presidiendo uno de sus Grupos de Trabajo.

⁹ Estos comentarios se registran en una carta del profesor Kerrest a la autora Maureen Williams, de fecha 23 de enero de 2010, *on file*. Este experto es catedrático en la Universidad de Brest, Bretaña Occidental.

¹⁰ *Ibidem* nota al pie anterior.

Por el contrario, la situación sufre un cambio radical en el espacio ultraterrestre, particularmente por el riesgo de colisiones entre objetos espaciales dando lugar a partículas de segunda generación.

En cuanto a la “*solución de controversias*” se puede argüir:

El Convenio sobre responsabilidad internacional, en su artículo XII, se refiere a la obligación de indemnizar por los daños causados por actividades espaciales conforme al derecho internacional y a los principios de justicia y equidad a fin de restituir a la víctima a la condición que hubiera existido de no haber ocurrido los daños. Agrega este Convenio que, de no haberse resuelto una reclamación por negociaciones diplomáticas en el plazo de un año, cualquiera de las partes reclamantes podrá pedir la constitución de una Comisión de Reclamaciones para entender en el reclamo interpuesto según el artículo XII [...]. La opinión generalizada hoy es que los residuos espaciales, juntamente con los objetos naturales cercanos a la Tierra (NEOs) y la posibilidad de una carrera armamentista en el espacio ultraterrestre constituyen una serie amenaza a la seguridad ambiental. Su regulación constituye un verdadero desafío al mundo jurídico. Más aún, dada la ausencia de información, los residuos originados por satélites militares resultan un hecho preocupante [...].

Con relación a la *tecnósfera*, se puede reseñar que a la Tierra la se la puede describir desde la perspectiva de las diferentes esferas que la componen: la litósfera (formada por la capa sólida rocosa de nuestro planeta); la hidrósfera (constituida por el conjunto de partes líquidas de la tierra); la criósfera (integrada por las regiones polares y las altas cumbres heladas de las cordilleras); la atmósfera (compuesta por la envoltura de aire que respiramos); y la biósfera (que engloba el conjunto de los organismos vivos del que los humanos formamos parte). Todas estas esferas han existido bajo diversas formas desde que la Tierra misma existe, esto es, desde hace unos 4.600 millones de años. Ahora se incorpora a todas ellas una nueva: la *tecnósfera*.

En el sentido en que la entendemos aquí, la tecnósfera es un concepto elaborado por el ingeniero y geólogo estadounidense Peter Haff, profesor emérito de la Universidad Duke (*Duke University*). La noción de tecnósfera, al igual que la del Antropoceno, está obteniendo un reconocimiento cada vez más amplio y recientemente ha sido, por ejemplo, el núcleo central de una relevante iniciativa del centro internacional de artes contemporáneas de Berlín, la Casa de las Culturas del Mundo (*Haus Der Kulturen der Welt*).

La tecnósfera abarca el conjunto de objetos tecnológicos producidos por la humanidad, pero no únicamente. En tal sentido, la tecnósfera es todo un sistema y dista mucho de ser un mero conglomerado de aparatos y equipamientos tecnológicos. Esta diferencia, que es muy significativa, se puede explicar si hacemos una comparación con el concepto más consolidado de biósfera. Acuñado en el siglo XIX por el geólogo austriaco Eduard Suess, el vocablo *biósfera* fue elevado a la categoría de concepto por el científico ruso Vladimir Vernadsky en el siglo XX. Vernadsky propuso que, además del conjunto de los organismos vivos terrestres, la biósfera integrara todas las interacciones de estos con el aire, el agua y el suelo que nutren la vida orgánica, implicando también la energía solar que la alimenta en gran parte. La biósfera es, por consiguiente, algo más que la mera suma de sus diferentes partes, ya que integra su interrelación y superposición con las demás esferas terrestres, conservando al mismo tiempo su propia dinámica y sus propiedades emergentes.

Se puede consignar que actualmente la tecnósfera es un parásito de la biósfera que trastoca la habitabilidad de la Tierra. Entre las consecuencias evidentes de esto, figuran el aumento y la aceleración de la extinción de especies vegetales y animales, así como las modificaciones en el clima y en la composición química de los océanos que resultan ser perjudiciales para las especies biológicas existentes. Estos cambios pueden deteriorar —y alteran— el funcionamiento de la biósfera y causar daños a las poblaciones humanas. Por ende, lo óptimo sería que los seres humanos tratáramos de colaborar a que el desarrollo de la tecnósfera sea más sostenible a largo plazo. Sin embargo, a la humanidad en su conjunto no le queda otro remedio que mantenerla en estado de funcionamiento porque se ha hecho indispensable para su existencia.

Referencias

- Albiano, N. F. y Epelman, M. N. (1999). *Toxicología Laboral. Criterios para la Vigilancia de los Trabajadores Expuestos a Sustancias Químicas Peligrosas*. Ed. Polemos.
- Baldé, C. P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R. y Stegmann, P. (2017). *Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos*. Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA).
- Blanco Lozano, C. (1997). *La protección jurídica del medio ambiente en el derecho penal español y comparado*. Ed. Pomares.
- Delgado, G. C. (2006). Riesgos ambientales de la nanotecnología: nanopartículas y nanoestructuras. *Revista de Ciencias Ambientales* 31(1), 34-39.
- Franza, J. A. (1995). *Manual de derecho ambiental, argentino y latinoamericano. Principios generales. Instituciones preventivas del derecho ambiental, doctrina y jurisprudencia* (Tomo I, pp. 33 y ss.). Ed. Jurídicas.
- Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, S-0934/10, Senado de la Nación Argentina.
- Instituto Politécnico Nacional de México. (2007). Nanotecnología y medio ambiente. *Innovación Educativa*, 7(36), 73-77.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179420814007>
- Lauterwasser, C. (2005). *Opportunities and Risks of Nanotechnologies*. Allianz AG. Center for Technology / OECD.

Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental: de la articulación de ciencias al diálogo de saberes*. Siglo XXI Editores.

Margalef, R. *Ecología*. Ed. Omega.

Martínez, A. N. y Porcelli, A. M. (2015). Implicancias de las tecnologías informáticas en el ambiente y nuevas tendencias en el desarrollo de la informática verde como aporte al desarrollo sustentable. *Actualidad Jurídica Ambiental*, (50), p. 11 y ss.

Martínez A. N. y Porcelli, A. M. (2015). Tecnología para cuidar el Medio Ambiente. *Revista Claves 21 Ambiente y Desarrollo Sustentable*.

Maureen Williams, S. (2012). *Aspectos ambientales de la seguridad en el espacio. Los residuos espaciales y sus amenazas* [Disertación en sesión pública]. Instituto de Política Ambiental de la Academia Nacional de Ciencias Morales y Políticas.

Monteverde, F. (2010). *E-waste* y su incorporación en la agenda gubernamental e internacional en UNESCO Plataforma Regional de Residuos Electrónicos para América Latina RELAC, *Los residuos electrónicos: Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe* (p. 219, p. 251). UNESCO RELAC.

Odum, E. P. (1976). *Ecología*. Ed. Interamericana.

Organización de las Naciones Unidas. (2012). Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible Río+20, A/CONF.216/L.1, Río de Janeiro.

Parra, F. (1994). *Diccionario de Ecología, Ecologismo y Medio Ambiente* (pp. 10 y 102). Ed. Del Prado.

Pigretti, E. A. (1992). *Derecho de los Recursos Naturales*. La Ley.

Puckett, J., Byster, L., Westervelt, S., Gutiérrez, R., Davis, S., Hussain, H. y Dutta, M. (2002). *Exporting Harm: The High-tech Trashing of Asia Seattle*. BAN, SVTC.

Rejeski, D. (2005). *Environmental and Safety Impacts of Nanotechnology: What Research is Needed?*. Pronunciamento ante el Comité de Ciencia de la Casa de Representantes.

Ruesgas, S. M. y Duran, G. (1996). *Empresa y Medio Ambiente*. Ed. Pirámide.

Silva, U. (2010). Los residuos electrónicos (RE) en la Sociedad de la Información en Latinoamérica en UNESCO Plataforma Regional de Residuos Electrónicos para América Latina RELAC, *Los residuos electrónicos: Un desafío para la Sociedad del Conocimiento en América Latina y el Caribe* (p. 30, p. 251). UNESCO RELAC.

Tamames, R. (1995). *Ecología y desarrollo sostenible. La polémica sobre los límites del crecimiento* (6ª ed., pp. 16 y ss.). Ed. Alianza.

UNESCO. (2018). *El peso insostenible de la tecnósfera*, Correo de la UNESCO, un solo mundo, voces múltiples.

Yang, L. y Watts, D. J. Particle surface characteristics may play an important role in phytotoxicity of alumina nanoparticles en *Toxicology Letters*.