

RESIDUOS ELECTRÓNICOS: UNA REVISIÓN CONCEPTUAL DE UN PROBLEMA ANTRÓPICO CONTEMPORÁNEO

Greta Liz Clinckspoor

Becaria Doctoral CIC, Instituto del Hábitat y del Ambiente (IHAm)
Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño
Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina
gretalizclinckspoor@gmail.com

Resumen

Para comprender las complejidades que los Residuos Electrónicos (sin tratamiento en su post-consumo) traen aparejados, resulta necesario redefinir y vincular los conceptos contenidos en este desafío actual. En este sentido, revisar términos como Tecnosfera, Economía Circular y Minas Urbanas Diferenciadas, se considera fundamental. Para cada término existen diferentes concepciones que dependen de diversas perspectivas teóricas, así como de los enfoques técnicos, económicos, políticos, legales, sociales y de los actores sociales involucrados (stackholders). El objetivo de este trabajo es presentar una revisión de los conceptos previamente citados y sus relaciones; con la finalidad de aportar criterios para una Gestión Sustentable de Residuos Electrónicos (RE) en ciudades latinoamericanas intermedias.

Desde el punto de vista metodológico el presente trabajo se ha elaborado a partir de la recopilación de los antecedentes y la formulación del marco teórico de la tesis Doctoral: "Análisis de la Cadena de Valor de los Residuos Electrónicos de la ciudad de Mar del Plata. Aportes para su gestión sustentable".

Los recursos naturales con los que se fabrican los aparatos electrónicos, luego de su uso y descarte se encuentran acumulados sin tratamiento en la tecnosfera, de manera que constituyen una fuente importante de materiales, con concentraciones de elementos a menudo comparables o superiores a las reservas naturales.

A partir del esclarecimiento de la terminología que define a estos mecanismos, al mismo tiempo que la sociedad reconozca que los recursos incluidos en los residuos deben ser recuperados y utilizados, es que se podrán diseñar estrategias de recuperación de los materiales valiosos contenidos en los RE para reutilizarlos en la fabricación de nuevos productos disminuyendo los impactos ambientales.

Palabras claves: desechos tecnológicos, tecnosfera, sustentabilidad, economía circular

Abstract

In order to address the complexities that E-waste brings, it is necessary to redefine and link the concepts contained in this current challenge. In this sense, reviewing terms such as Technosphere, Circular Economy and Distinct Urban Mines is considered fundamental. For each term there are different conceptions that depend on different theoretical perspectives, as well as from the technical, economic,

political, legal, social and social stakeholder approaches. The objective of this paper is to present a review of the previously mentioned concepts and their relationships; with the purpose of providing criteria for a Sustainable Management of Electronic Waste in intermediate Latin American cities.

From the methodological point of view the present work has been elaborated from the compilation of the antecedents and the formulation of the theoretical framework of the Doctoral thesis: "Analysis of the Value Chain of the Electronic Residues of the city of Mar del Plata. Contributions for its sustainable management".

The natural resources with which electronic devices are manufactured, after their use and disposal are accumulated without treatment in the technosphere, so that they constitute an important source of materials, with concentrations of elements often comparable or superior to natural reserves.

Based on the clarification of the terminology that defines these mechanisms, at the same time that society recognizes that the resources included in the waste must be recovered and used, it is possible to design recovery strategies for the valuable materials contained in the REs for reuse them in the manufacture of new products, decreasing environmental impacts.

Key words: E-waste, technosphere, sustainability, circular economy

Transformar a la naturaleza y doblegarla a los caprichos del hombre se consideraba un signo de desarrollo económico y social. Sin embargo, poco a poco nos hemos dado cuenta que hay un límite en la capacidad que tiene la naturaleza para absorber dichos cambios".
(Jordan, 1998)

Introducción

Un ecosistema se comprende como un conjunto de elementos, componentes o unidades relacionadas entre sí; resultando una unidad, producto de las interacciones entre sus componentes (Mass, 2003). De esta manera, se interpreta como un circuito cerrado con la capacidad de autorregularse, reabsorbiendo sus externalidades. Sin embargo, actualmente se considera el planeta como un macrosistema que se encuentra en una nueva fase, compuesto de ecosistemas centrados en el desperdicio y la producción que aquí llamaremos, la tecnosfera. Estos nuevos ecosistemas no se producen de forma natural, son creados por humanos o como resultado de acciones humanas. Son procesos naturales desencadenados por procesos artificiales, a causa de que la tecnosfera es el nuevo ecosistema creado por las tecnologías que interactúan con el ecosistema natural.

En comparación con los ecosistemas de la biosfera terrestre, la tecnosfera es notablemente insuficiente en el reciclaje de sus propios materiales. Lo cual supone un obstáculo para su crecimiento sostenible, ya que basa su desarrollo y sostén

en el agotamiento de recursos no renovables, como minerales y combustibles fósiles. Una posibilidad ante las amenazas que presenta, se constituye desde los fundamentos de la Economía Circular, cuando los desechos pasan a ser materia prima reabsorbida por la industria, y la Minería Urbana, desde dónde se obtienen los materiales a ser revalorizados. Por lo que este trabajo propone una reflexión interdisciplinaria al respecto y toma como caso la gestión de los residuos electrónicos a nivel local. En esencia, este enfoque trata de convertir la problemática planteada en un sistema urbano con oportunidades de innovación para pensar planes de gestión integral de los desechos tecnológicos.

Por lo cual, el objetivo de este trabajo es presentar una revisión de algunos conceptos, previamente citados y sus relaciones; con la finalidad de aportar criterios para la mejor comprensión de un Gestión Sustentable de Residuos Electrónicos (RE) en ciudades latinoamericanas intermedias. Desde el punto de vista metodológico el presente trabajo se ha elaborado a partir de la recopilación de los antecedentes y la formulación del marco teórico de la tesis Doctoral: "Análisis de la Cadena de Valor de los Residuos Electrónicos de la ciudad de Mar del Plata. Aportes para su gestión sustentable".

Repensar las problemáticas que presentan los residuos electrónicos, puede y debe ser tomado como un arquetipo que manifiesta la actualidad de los conflictos englobados en la sustentabilidad. Donde las épocas anteriores se caracterizaron por la evolución de la nueva vida en la biósfera, la actual estará marcada en la historia por los "tecno-fósiles.

La capa artificial del planeta

En los 4470 millones de años \pm 1% (Roth et al, 2014) de existencia del planeta tierra, han convivido de forma sustentable diferentes esferas. La litosfera, formada por los cimientos rocosos; la hidrosfera como el conjunto de las aguas que se encuentran en la superficie terrestre; la atmósfera, capa de gases alrededor de la tierra y la criósfera, que comprende las regiones polares congeladas y altas montañas. Asimismo se constituye también la biósfera, como la totalidad de seres vivos que interactúan de forma natural unos con otros, con el medio ambiente que los rodea y con los componentes abióticos en forma de energía y materia, incluyendo a los seres humanos. Quienes a partir de su impacto en el planeta ha surgido una nueva esfera: la tecnosfera¹. De esta manera, podemos decir que la tecnosfera constituye un nuevo paradigma global emergente que define la presencia de una nueva capa del planeta. Haff (2014) define la tecnosfera como un sistema consumidor de energía de carácter tecno-social global formado por los seres humanos y todos los artefactos y sistemas tecnológicos inventados junto a

¹ Si bien la percepción de la tecnosfera ha existido desde la década de 1970, no ha gozado de una amplia vigencia hasta su reciente renacimiento por el geocientífico estadounidense Peter Haff en 2014, profesor emérito de la Universidad de Duke, en los Estados Unidos.

los protocolos e información creados. Consiste en una combinación de humanidad y tecnología. De la mano de este concepto, se tiene en cuenta otro neologismo que enmarca el momento en que los efectos de las actividades humanas en los ecosistemas y el clima se tornaron irreversibles, el Antropoceno². Aunque establecer su inicio aún no ha sido definido por la comunidad científica, ya que unos lo sitúan en el siglo XVIII, con la Revolución Industrial, y otros lo retroceden hasta el nacimiento de la agricultura y la ganadería hace unos 8.000 años. De cualquier forma, el antropoceno podría interpretarse como el periodo geológico iniciado en el momento que el desarrollo de la tecnosfera comenzó a tener impactos significativos sobre la biósfera.

Este último término se usa de manera complementaria junto al de tecnosfera, conjunto de medios artificiales que soportan el desarrollo de la sociedad humana (Amador, 2013); que en otras palabras, designa el ambiente artificial creado tecnológicamente por grupos humanos para el desarrollo de sus actividades y la satisfacción de sus necesidades y deseos. Por lo que comprende todas las infraestructuras y aspectos objetuales como también, los sistemas profesionales y sociales relacionados a las técnicas, los animales domésticos y las actividades agro-ganaderas como insumos construidos para abastecer las crecientes sociedades urbanas. La tecnosfera ha sido vista como un espacio donde se genera cultura, vida y se manifiestan las interrelaciones comunicativas y sociales que establecen las personas en su vida cotidiana, siendo la tecnología un aspecto vital dentro de ella. Por lo que esta esfera abarca todos los objetos elaborados por los seres humanos, aunque es más que una creciente colección de elementos tecnológicos; también constituye el otro sub-sistema terrestre, además del natural. Un equipo multinacional de geólogos elaboró una estimación aproximada de su magnitud física, revelando que su masa se aproxima a los 30 billones de toneladas de material que usamos, o hemos usado y descartado en el planeta. Esa es una masa de más de 50 kilos por cada metro cuadrado de la superficie de la Tierra (Zalasiewicz et al, 2016). Más del 60% de esta masa constituye el entorno construido por humanos, que incluye 11.1 Tt de construcción urbana y 6.3 Tt de estructuras rurales. Las ciudades constituyen así el 36.9% de la tecnosfera, y los edificios rurales forman otro 20.9% (Zalasiewicz et al., 2016). Se entiende que el desarrollo de la tecnosfera está, por lo tanto, profundamente conectado con otro proceso global: la urbanización.

Alterando las condiciones planetarias

Desde hace más de 40 años, se ha reversionado la interpretación de los límites del crecimiento (Meadows et al., 1972), delimitando los impactos del accionar humano sobre el planeta. Desde esta perspectiva se puede considerar a la tecnosfera parásita de la biosfera, dado que altera las condiciones de habitabilidad planetaria sin llevar consigo una restauración de la misma. Las consecuencias incluyen la extinción de especies de plantas y animales de forma acelerada,

² Término popularizado por el científico Paul Crutzen en el año 2001.

cambios en la química del clima y en los océanos. Estos cambios dañan definitivamente el funcionamiento de la biosfera.

Ante la ineficiencia metabólica urbano-tecnológica que amenaza la sostenibilidad e incluso la supervivencia en el planeta, surgen tres posturas principales (tanto desde las ramas de las ciencias exactas como desde posturas filosóficas) para enfrentar dicho enfoque catastrófico. En primera instancia, algunos autores suponen que nuevas tecnologías más avanzadas surgirán de forma oportuna ante crisis terminales de mayor escala en el futuro, sean de índole social, ambiental o económica; confiando que la inventiva humana incrementa su creatividad frente al peligro de la supervivencia. Como señala Guttman-Bond (2010) las fallas del pasado sugieren respuestas más resilientes frente a los extremos ambientales en el futuro. En segundo lugar, autores como Huesemann (2011), sostienen la visión que la raza humana conjuntamente a muchas otras especies, desaparecerá por las consecuencias ambientales de origen antrópico, cambio climático u otros desastres naturales a modo de resistencia del sistema natural frente a los impactos mencionados. Esta postura resulta comprensible desde los avances de una ciencia post-normal, caracterizada por sus consecuencias involuntarias e impredecibles debidas a la falta de comprobación en que se desarrolla la tecnología actualmente. En último lugar, como es el caso de Chitewere, entre otros, se sustenta la teoría que se debe recuperar un estilo de vida más simple, más armónica con la naturaleza. Considerando que el exceso de cultura material en la que las vidas de las personas ha degradado su calidad en vez de mejorarla. Las tres posiciones efectúan sus conjeturas sobre un futuro incierto y más o menos lejano. Sin embargo, como se menciona anteriormente ya existe una masa tecnosférica, acumulada y considerable, de materiales que pueden tratarse de forma sustentable para disminuir impactos futuros. Si bien se debieran concentrar esfuerzos en las acciones humanas para que la tecnosfera se desarrolle de forma más sostenible a largo plazo, se debe asumir que en este punto dependemos de su progreso para nuestra existencia colectiva.

Sin embargo, esta capa de la superficie terrestre no realiza un adecuado sistema de auto-reciclaje como si lo hace la biosfera (en la que no existen los desperdicios o sobrantes del sistema, ya que todo se convierte en nutriente). Por lo que ha generado cantidades extraordinarias de remanentes, desde los basurales, vertederos o rellenos sanitarios hasta la contaminación del aire, el suelo y el agua.

Los desechos como contracara de la innovación.

Mientras que casi toda la energía de la biosfera proviene del Sol, parte de la tecnosfera también es alimentada por energía solar y otros recursos renovables como la energía eólica, la mayoría es alimentada por la quema de hidrocarburos como petróleo, carbón y gas. Estas fuentes de energía no renovables representan la luz del sol fosilizada que se ha amasado en lo profundo de la Tierra durante

cientos de millones de años, y que ahora se está consumiendo en unos pocos siglos.

Por lo que se debe considerar que esta capa artificial de la superficie terrestre contiene a su vez todos los desperdicios, basura y escombros que el hombre genera como resultado de sus actividades humanas de tipo industrial, minero y doméstico. En general todo ambiente natural alterado por el hombre también forma parte de la tecnosfera.

Los objetos tecnológicos, que en el marco de esta investigación constituyen a los teléfonos móviles y las computadoras portátiles, pueden considerarse geológicamente como "tecno-fósiles", porque son constructos biológicamente robustos y resistentes a la descomposición; que formarán los futuros fósiles para caracterizar los estratos del antropoceno. Expertos indican que estos restos ya han trascendido el concepto de "yacimientos" pasando a convertirse inclusive en todo un estrato geológico lleno de tecnofósiles que están originando un peso muerto sobre el planeta tierra. De acuerdo con ScienceDaily, "el número de 'especies' tecnofósiles ahora supera al número de especies bióticas en el planeta Tierra".

Nadie sabe cuántos tipos diferentes de tecnofósiles existen, pero ya casi con toda seguridad exceden el número de especies fósiles naturales conocidos. Mientras que la tecnología moderna, considerada de esta manera, también excede la diversidad biológica moderna. Algunos de los desechos son innegables, como los plásticos que se acumulan en los océanos del mundo y en sus costas. Otros tipos, que son incoloros e inodoros, resultan invisibles para la percepción humana, como el dióxido de carbono de la quema de combustibles fósiles. El número de especies de tecnofósiles continúa en aumento, ya que la evolución tecnológica supera la biológica.

¿Cómo continuar desarrollando la Tecnosfera de forma sustentable?

En este trabajo, nos centramos en los sobrantes que genera la tecnosfera y tomamos como caso los residuos de aparatos electrónicos. Frente a la problemática que estos suponen, una opción viable se propone desde la Economía Circular³, que plantea modificar el sistema industrial lineal de forma que las externalidades generen un impacto neto positivo o restaurativo medible a escala de una economía, creando valor compartido con beneficios ambientales, económicos y sociales (Hass et al, 2015). Abarca mucho más que la producción y el consumo de bienes y servicios, pues incluye entre otras cosas, el cambio de los combustibles de fósiles al uso de la energía renovable, y la diversificación como medio de alcanzar la resiliencia. De forma que enfatiza el sistema completo interconectado.

³ El término " se utilizó por primera vez en la literatura occidental en 1980 por Pearce y Turner, para describir un sistema cerrado de las interacciones entre economía y medio ambiente.

Este concepto, se postula como idea genérica que enmarca un número de aproximaciones más concretas que incluyen de la cuna a la cuna (cradle to cradle, en inglés), ecología industrial, y la economía azul, entre otras.

Para este trabajo, resulta importante reivindicar la idea de cierre del ciclo completo de los materiales con el objetivo de disminuir la cantidad de desechos. Si bien la economía circular en verdad pretende proyectar cada nuevo producto de forma que desde una primera instancia se proyecte la reutilización o revalorización de cada uno de sus elementos, como se mencionó anteriormente, la tecnosfera se encuentra inundada de materiales en desuso. Por esta razón es que a este marco conceptual se incorpora el concepto de Minería Urbana. La cual considera los espacios urbanos como fuentes de materiales antropogénicos que pueden reciclarse y reciclarse cíclicamente (Brunner, 2011). El concepto puede aplicarse a varias corrientes de los residuos municipales como plásticos, papel y aguas residuales. Sin embargo, la minería urbana es particularmente relevante para los desechos electrónicos, ya que actualmente grandes cantidades de estos residuos ricos en minerales se encuentran en vertederos, almacenados o tratados ineficientemente dentro del espacio urbano (Ongondo y Williams, 2011). Estas existencias tecnosféricas son considerados activos potenciales por lo que requieren una gestión sistemática de sus reservas (recursos antropogénicos) con el fin de proteger el medio ambiente, conservar los recursos y obtener beneficios económicos (Baccini y Brunner, 2012).

Johansson et al. (2013) propusieron una nueva taxonomía para la minería de la antroposfera, basada en el concepto de "minería tecnosférica", que definieron como la "extracción de reservas tecnófilas de minerales que han sido excluidas de los flujos de materiales antropogénicos en curso". Dentro de esta categoría, sugirieron seis subgrupos diversos dentro de esta taxonomía, a saber, en uso, hibernación, disipación, vertederos, escorias y minería de colas. El concepto que proponemos en el presente estudio se define principalmente por las características de la mina más que por su ubicación espacial. Dentro de la taxonomía de la minería de la tecnosfera, la idea de las *Minas Urbanas Únicas* (Distinct Urban Mining DUM, en inglés para Ongondo y Williams) encajaría predominantemente dentro de los subgrupos en uso y de hibernación (es decir, las existencias).

Residuos Electrónicos, insumos para la industria

Las características de los Residuos Electrónicos, constan de una dualidad muy marcada. Mientras que un 72 % de sus materiales son altamente reciclables; como plásticos, metales ferrosos, aluminio, cobre, oro, plata, platino, níquel, estaño y los circuitos impresos, etc. Se caracterizan por ser materiales en buenas condiciones y componentes de alto valor económico que los convierte en materias primas e insumos de alto valor. Además cuentan en un 25 % de sus partes son factibles de ser recuperadas o reparables luego que son desechadas. Sin embargo, 3 % residuos contaminantes: plomo, mercurio, berilio, selenio, cadmio, cromo, sustancias halogenadas, CFC clorofluocarbonos, PCB bifenilos

policlorados, PVC policloruro de vinilo, ignífugos (arsénico y amianto). Sin embargo, este último porcentaje delimita a este residuo legal y normativamente (Protomastro, 2014).

La oportunidad se encuentra en las grandes cantidades de recursos naturales, utilizados en la producción de equipos electrónicos que permanecen en su post-consumo, especializando esta corriente en una fuente rica de recursos revalorizables (Ongondo et al., 2011).

Contexto de investigación: Mar del Plata

La ciudad de Mar del Plata, cabecera del partido de General Pueyrredón, cuenta con 618.989 habitantes (INDEC, 2010). La misma tiene una superficie de 1.453,44 kilómetros cuadrados, de los cuales el tejido de la ciudad, ocupa 79,48 kilómetros cuadrados. Su ubicación en relación con las principales ciudades de los distintos países del Mercosur, permite determinar que potencialmente es una ciudad de negocios y tráfico internacional tanto por los medios terrestres, marítimos como aéreos. Su relativamente corta distancia a la ciudad de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires, principal centro poblacional de consumo y producción, hace de Mar del Plata un polo de crecimiento de potencial importancia para Argentina. Mar del Plata es la principal localidad ubicada dentro del corredor turístico costero de la Provincia de Buenos Aires, sobre el Mar Argentino.



Gráfico n° 1: Elaboración propia. Locación de Mar del Plata

Para localizar este trabajo en un área específica tomamos para el caso de estudio la ciudad de Mar del Plata, como Aglomeración de Tamaño Intermedio (ATIs), según la clasificación introducida por Vapnarsky y Gorojovsky (1990), incluye ciudades cuya población se encuentra en el rango de 50.000 a 1.000.000 habitantes. Cabe señalar que las ATIs se subdividen en menores (50.000 y 399.000 habitantes) y mayores (400.000 a 1.000.000 de habitantes). Este último grupo corresponde a la localidad estudiada. Según una red mundial de ciudades intermedias (el programa UIA-CIMES), se definen los aglomerados intermedios a

partir de un intervalo cuantitativo (entre 20.000 y 2.000.000 de habitantes), además con particularidades cualitativas: que tengan un rol territorial claro, que no formen parte de conurbaciones metropolitanas y que tengan algún nivel administrativo territorial (nacional-estatal, federal, regional o local). Se trata de una escala territorial con características que posibilitan desarrollar proyectos más sostenibles (Manzano y Velázquez, 2015), factibles de aplicar a la gestión sustentable de Residuos Electrónicos. Aunque la localidad no cuente aún con legislaciones vigentes ni incentivos estatales que acompañen o regulen este tipo de prácticas.

Proyecto de Gestión

Ante las definiciones estudiadas se propone un lineamiento a seguir a modo de esquema de Gestión para cumplir con un Proyecto de Gestión local de Residuos Electrónicos, que se ha acompañado y desarrollado en la investigación doctoral que enmarca este trabajo. Cabe señalar la falta de datos referidos a la generación de Residuos Electrónicos en la ciudad balnearia.

Por lo que se ha compuesto una metodología mixta para abordar la problemática. Desde una perspectiva cualitativa se ha identificado la cadena de valor de recuperación actual que opera en la ciudad. Permitiendo mapear los materiales con valor de mercado real o potencial, aún en circuitos informales. Y reconociendo las lógicas de todos los actores comerciales involucrados en la misma.

Por otro lado, se ha considerado como posible Mina Urbana Única la Universidad Nacional de Mar del Plata, incluyendo sus 11 facultades. Como Universo de análisis cuantitativo, donde los estudiantes se supone conllevan un comportamiento similar frente al desecho y consumo de aparatos electrónicos. En la Tecnosfera, la mayoría de las universidades, por su naturaleza, son ejemplos clásicos de una Mina Urbana Única (MUU). Por lo general, son vastos espacios urbanos delimitados, con grandes poblaciones de personas en su mayoría de edad similar (es decir, jóvenes / estudiantes) con consumo de recursos y comportamiento de eliminación similares. Que residen en el espacio urbano por una cantidad fija de tiempo (de 3 a 7 años aprox.). Durante este tiempo fijo, los estudiantes consumirán y dispondrán de grandes cantidades de recursos. Normalmente, una MUU universitaria consistiría en una alta concentración de Tecnología de Información y Comunicaciones (TIC) y electrónica de consumo (Ongondo y Williams, 2011).

Por lo que se ha construido y realizado una encuesta para investigar el los patrones de consumo y eliminación de los estudiantes y los factores de influencia relacionados; pensados para conocer los ciclos de reemplazo y desplazamiento actuales.

Conclusiones:

Frente a los desafíos éticos e impactos ambientales de la tecnosfera, resulta indispensable primero comprender y caracterizar los materiales excedentes del sistema. Aquellos residuos históricos que no han sido digeridos hasta la fecha. Para luego continuar la actualización de las externalidades que el sistema continúe generando. De esta manera, concebir nuevas formas de asimilarlos sin crear nuevos materiales no digeribles.

Para los Residuos Electrónicos, deben considerarse una corriente particular de residuos y contar con sensibilización ambiental propuesta por los sistemas educativos y estatales a nivel local, para involucrar a todos los actores intervinientes en el proceso. Especialmente los generadores. Por lo que para lograr la eficiencia de los recursos, es necesario repensar cómo se recogen y recuperan los desechos electrónicos (incluidas las existencias). Ya que hay que construir planes restitutivos, que incluyan lo hasta el momento acumulado, no sólo crear de cero para un futuro nuevo.

Por lo tanto, es importante que los sistemas actuales de recuperación de recursos identifiquen e intenten explotar los MUU dentro del ejido urbano de manera estratégica. En lo que respecta a la explotación de tales MUU, efectuando una disposición y recolección selectiva y separada; y según centros u organismos situados en áreas accesibles de la ciudad, que compartan patrones de consumo y descarte similares con el fin de reunir recursos recuperables similares y específicos en cada una de ellas. Siempre que resulte económicamente y ambientalmente sostenible. Es necesario realizar estudios futuros para explorar estas cuestiones.

Asimismo, debe involucrarse el estado, no en administrar pero en asegurar la fuerza colectiva y la construcción de información viable sobre las prácticas culturales de la población. De esta forma permitirá otorgar respuestas a posibles problemas sociales para el desarrollo de un Plan Sustentable e Integral de tratamiento de los residuos electrónicos. Ya que, luego de la identificar la cadena de valor y se hayan reconocido las brechas del sistema con los costos, la cantidad de material valioso que se reciclará; en última instancia dependerá de las políticas locales y de la solidez de sus mercados. Para la mayoría de las ciudades-regiones, el reciclaje generalmente es deseable, pero no es automáticamente bueno, eficiente o económico. La participación activa del sector privado a través de la optimización de la cadena de valor y la participación en la política local es fundamental para el éxito. La economía circular requiere participación, colaboración y comprensión compartida a lo largo de toda la cadena de valor.

Bibliografía

AMADOR, D L (2013) Evaluación ambiental en ciencia e ingeniería de materiales. Vida Científica
Colaboraciones en ciencias de la naturaleza. Cyclus Vitae Solutions N° 6 Cátedra UNESCO de Análisis de Ciclo de Vida y Cambio Climático. ISSN: 1989-7189

BRUNNER, P.H. (2011) Urban Mining: A Contribution to Reindustrializing the City. *Journal of Industrial Ecology* 15, 339–341. DOI:10.1111/j.1530-9290.2011.00345.x

CHITWERE, T (2008) Green Technology and the Design of a Green Lifestyle. *Humanities and Technology Review*, Volume 27. Pages 87-105 ISSN 1076-7908 San Francisco State University

ELLIS, E.C (2014) *Anthropocene Ecology: The Cultural Construction of Nature*. UNESCO Bergen

ERBITI, C (2007) Transformaciones del Sistema urbano argentino a fines del siglo XX: desafíos para la gestión del territorio. En IV Seminario de Ordenamiento Territorial y Problemáticas Urbanas. 1-1
http://ffyl.uncuyo.edu.ar/IMG/pdf/problematika_urbana_1_.pdf

FERNANDEZ PROTOMASTRO, G (2014) *Buenas Prácticas para la Gestión Sostenible de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)*. Enormas Mercosur. 1a ed. -Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Uno.

GUTTMAN-BOND, E (2010) Sustainability out of the past: how archaeology can save the planet <https://doi.org/10.1080/00438243.2010.497377> Universidad Vrije Amsterdam

HAFF, P (2014) Humans and technology in the Anthropocene: Six rules. *The Anthropocene Review*. Vol 1, Issue 2, pp. 126 – 136 DOI 10.1177/2053019614530575.

HASS, W; KRAUSMANN, F; WIEDENHOFER, D; HEINZ, M (2015) How Circular is the Global Economy?: An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005». *Journal of Industrial Ecology* 19: 765-777. ISSN 1530-9290. DOI:10.1111/jiec.12244.

HUESEMANN, M; HUESEMANN, J (2011) *Techno-Fix: Why Technology Won't Save Us Or the Environment*. ED New Society. ISBN-13: 978-0865717046

INDEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010) Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas: Resultados preliminares. Buenos Aires: INDEC. <http://www.censo2010.indec.gov.ar/>

JOHANSSON, N; KROOK, J; EKLUND, M; WALLSTEN, B (2013). An integrated review of concepts and initiatives for mining the technosphere: Towards a new taxonomy. *Journal of Cleaner Production*. 55. 35-44. DOI 10.1016/j.jclepro.2012.04.007.

JORDAN, C.F (1998) *Working with Nature: Resource Management for Sustainability*. Harwood Academic. Países Bajos. 171 pp.

MANZANO, F. A.; VELAZQUEZ, G (2015) La evolución de las ciudades intermedias en la Argentina.. *Geo UERJ*. DOI 10.12957/geouerj.2015.18859.

MASS, M (2003) Principios generales sobre manejo de ecosistemas. En: Sánchez, O, E. Vega, E. Peters y O. Monroy-Vilchis. *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México*. Diplomado en conservación, manejo y aprovechamiento de vida silvestre. Instituto Nacional de Ecología, Semarnat, México. Pp. 117-135.

MEADOWS, D. H; MEADOWS, D L; RANDERS, J y Behrens, W (1972), *Los límites del crecimiento*, Fondo de Cultura Económica, México D.F.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I.D. (2011) Greening academia: Use and disposal of mobile phones among university students. *Waste Management* 31, 1617–1634. DOI 10.1016/j.wasman.2011.01.031

PEARCE, D.W; TURNER, R.K. (1990) *Economics of natural resources and the environment*.

ROTH, A; BOURDON, B; STEPHEN, M ; RUDGE, J ; GUITREAU, M; BLITCHER-TOFT, J (2014) Combined $^{147,146}\text{Sm}$ - $^{143,142}\text{Nd}$ constraints on the longevity and residence time of early terrestrial crust. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15 (6). pp. 2329-2345. DOI 10.1002/2014GC005313

VARPLANARSKY, C. A.; GOROJOVSKY, N (1990) *El crecimiento urbano en la Argentina*. Buenos Aires. Grupo Editor Latinoamericano.

VELAZQUEZ, G.A. (2006) Calidad de vida y escala urbana en la Argentina. *Revista Universitaria de Geografía* 15 (1) 37-61. http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S032683732006000100002&lng=es&nrm=iso

ZALASIEWICKZ, J; WILLIAMS, M; WATERS, C N; BARNOSKY,A; PALMESINO, J; RONNSKOG, A; EDGEWORTG, M; NEAL, C; CEARRETA, A; ELLIS, E; GRINEVALD, J; HAFF, P; IVAR DO SUL, J; JEANDEL, C; LEINFELDER, R; McNEILL, J; ODADA, E; ORESKES, N; PRICE, S J; REVKIN, A; STEFFEN, W; SUMMERHAYES, C; VIDAS, D; WING, S; WOLFE, A P (2017) Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective. *The Anthropocene Review* 2017, Vol. 4(1) 9–22. DOI: 10.1177/2053019616677743