

La electrónica como catástrofe silenciosa: del excepcionalismo a la evaluación de impacto social de la tecnología

The electronics as a silent catastrophe: from exceptionalism to the social impact assessment of technology

Francisco Javier Gómez González , Guillermo Aleixandre Mendizábal ,
Santiago Cáceres Gómez  y Cristina Durlan * 

El análisis de los desastres tecnológicos constituye una línea de trabajo consolidada dentro del pensamiento social. Dentro de ella, tradicionalmente se ha hecho más hincapié en aquellos desastres que -por su gran envergadura, la mayor espectacularidad de sus efectos y su impacto inmediato en los ciudadanos- han contado con gran presencia mediática (accidentes en instalaciones nucleares o escapes de sustancias contaminantes en complejos industriales). Junto a estos desastres, que podríamos denominar *excepcionales*, existen otros desastres con unos efectos no tan llamativos por su distribución a lo largo de periodos amplios de tiempo o por su menor gravedad puntual, pero que pueden llegar a suponer un relevante impacto acumulado, como se pone de manifiesto para el sector de la electrónica. El presente trabajo se plantea la necesidad de profundizar en el análisis de estos últimos desastres, que podrían denominarse *silenciosos*, y pone de manifiesto la utilidad que puede suponer la utilización de la evaluación de impacto social de proyectos tecnológicos como herramienta para abordar su análisis.

181

Palabras clave: desastre tecnológico, desastre excepcional, desastre silencioso, evaluación de impacto social de la tecnología

The analysis of technological disasters represents an important line of work within the social thought. Traditionally there has been more emphasis on disasters that have great presence in mass media (nuclear accidents or leakages of polluting substances), especially because of their magnitude, the characteristics of their effects and their immediate impact on citizens. Alongside these disasters, that we could call exceptional, there are other disasters that have more silent effects because of their distribution throughout extended periods of time or their less immediate seriousness, but that constitute a significant cumulative impact, something that can be evidenced in the electronics sector. This paper reflects on the need to deepen the analysis of this latter type of disasters, which could be called silent disasters, and highlights the utility that the use of social impact assessment of technological projects can bring to the table as a tool to address the analysis of this specific type of disasters.

Key words: technological disaster, disaster exceptional silent disaster, social impact assessment of technology

* Los autores son miembros del grupo de investigación de evaluación de impacto social de la tecnología de la Universidad de Valladolid, España. El presente trabajo se enmarca dentro del Proyecto de Investigación del Plan Nacional de I+D+i: "Políticas de la Cultura Científica" (FFI2011-24582), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad y el Ministerio de Educación y Ciencia del Gobierno de España.

1. El excepcionalismo en el análisis de los riesgos tecnológicos

La preocupación por la tecnología está inserta en nuestra cultura y es una componente fundamental de las creencias que articulan nuestra vida cotidiana. Esta centralidad se debe a que las transformaciones técnicas en sus diferentes dimensiones han generado costes importantes en términos de inseguridad e incertidumbre y configurado la formación social que Ulrich Beck llama la *Sociedad del Riesgo*, caracterizada como una fase de la modernidad tardía que comparece como el umbral temporal donde se produce una expansión temporal de las opciones sin fin y una expansión correlativa de los riesgos (Vattimo et al, 1994). Este proceso genera un tipo de dinámica social en el cual el riesgo de alteración medioambiental y de contaminación se dispara, no sólo con carácter local sino global (Beck, 2002). El crecimiento de la literatura asociada al concepto de riesgo ha sido importante (Beck 1998a; 1998b; 2002; Douglas, M. 1995; Cerezo, 2000, Gil Calvo, E. 2003). Estos análisis coinciden en el hecho de que los riesgos tienen un efecto ambivalente, puesto que, si bien afectan a ciudadanos de diferentes países y nacionalidades (*efecto homogeneizador*), presentan una distribución fuertemente desigual en el territorio y las clases sociales (*efecto segregador*).

Esta situación ha suscitado reflexiones que han condicionado tanto la generación de nuevos desarrollos tecnológicos como los procesos de apropiación de la técnica. Por este motivo, de cara a promover modelos para un desarrollo técnico adecuado, es interesante analizar las creencias sociales respecto a la tecnología, valorando su eficacia o ineficacia y, en último término, realizando un juicio valorativo sobre su adecuación a la realidad. Estas creencias se articulan como estilos de pensamiento, utilizando el término propuesto por Mary Douglas (1998), entendidos como marcos cognitivos referidos a la tecnología que pueden categorizarse en función de diversidad de características como puede ser su apertura o cierre hacia la técnica, su internalismo o externalismo en relación con las explicaciones del cambio tecnológico y también en función del carácter excepcionalista o globalizador de la consideración de los riesgos.¹

Sobre este último aspecto se desarrollarán las reflexiones de este artículo. El término "excepcionalismo" es complejo de definir porque cuenta con usos diversos en la ciencia y el debate contemporáneo. De hecho, a pesar de no ser un concepto muy extendido, cuenta con usos relevantes en ciencias como la geografía o la ciencia política (Schaefer, 1953). En líneas generales las posturas que se denominan *excepcionalistas* tienen en común la convicción de que un tipo determinado de realidad (país, movimiento, fenómeno social) no sigue las normas generales de funcionamiento o las leyes aplicables a todos los de su clase. Estas convicciones llevan a analizar determinadas realidades a partir de sucesos no usuales, de carácter

1. Según Mary Douglas, un estilo de pensamiento (*thought styles*) "se desarrolla como el género comunicativo que le permite a una unidad social hablarse a sí misma de sí misma, y así constituirse". Concibe esta antropóloga que el pensamiento tiene un matiz grupal en el momento en el cual "un pensamiento privado, después de haber sido concebido, o bien se desvanece, o bien encaja en un marco previamente dispuesto de conexiones entre lo ya acumulado". Mary Douglas señala que este proceso es "cultura en acción".

singular, generando una dicotomía entre los fenómenos que siguen las leyes generales y aquellos que se comportan de manera especial. En el campo del pensamiento tecnológico, la visión excepcionalista de la realidad se caracteriza por diferenciar entre un uso regulado, estándar, de carácter beneficioso o poco lesivo de la tecnología (el estado normal) y los sucesos excepcionales, entre ellos las catástrofes, que suponen malos usos y contingencias no deseadas, y que se definen tanto por su gravedad como por su singularidad. Esta visión lleva asociada la tendencia a dar protagonismo en los análisis científicos y periodísticos a los sucesos que, por su infrecuencia y gravedad, se singularizan de manera significativa respecto al resto de sucesos. En este sentido, da prioridad a aquellos impactos de la tecnología que, debido a su aparición esporádica, su gravedad y su espectacularidad tienen un especial impacto.

Habitualmente se denominan a estos sucesos con los términos de “catástrofes” o “desastres”. Fritz (1961) define un desastre como un suceso concentrado en tiempo y espacio, debido al cual una sociedad o una de sus subdivisiones sufre daño físico y trastornos sociales, de tal manera que se deteriora alguna de sus funciones esenciales. Los desastres o catástrofes tecnológicos constituyen una tipología concreta dentro de un campo más amplio formado por dos grandes grupos: los desastres de origen humano y los desastres de origen natural. La distinción entre desastre natural y humano no siempre está clara, de hecho, las dimensiones tecnológicas atenúan o potencian el impacto de las catástrofes naturales, de manera que la dicotomía natural y humana es sólo un esquema abstracto. Habitualmente, dentro de las catástrofes de origen humano se distingue entre aquellas que tienen un carácter tecnológico y aquellas que no lo tienen. Se trata de una distinción compleja por cuanto si se mantiene una visión amplia de la tecnología que incluya a la ingeniería civil, los transportes, las infraestructuras o los medios de producción, se puede llegar a la conclusión de que la práctica totalidad de los desastres de origen antrópico son de carácter tecnológico. Sin tecnología los accidentes humanos son de pequeña escala, los desarrollos tecnológicos son, en muchos casos, los responsables de la ampliación del daño.

183

Las diferencias entre las dos tipologías de catástrofes van más allá de las derivadas de su origen. De esta manera, algunos gestores de emergencias han caracterizado los rasgos tipo de cada una de ellas de la siguiente manera:

* En caso de desastre natural, es habitual que las agencias gubernamentales y las organizaciones no gubernamentales reaccionen de manera rápida para rescatar y apoyar a las víctimas, al mismo tiempo que ponen en marcha ayudas para la reconstrucción. Mientras tanto, en los desastres humanos, con responsables, la reacción y las ayudas suelen verse frenadas ya que la posible intervención está sujeta a la reacción del responsable, sobre todo si se trata de una gran corporación multinacional.

* Los desastres naturales suelen crear una conciencia colectiva que lleva a que las actividades se centran en la búsqueda de un rápido retorno de la comunidad al estado anterior al desastre, desarrollando un elevado grado de solidaridad y esfuerzo por el bien común. Los desastres tecnológicos, por el contrario, pueden

presentar tensiones dentro de la comunidad por la existencia de diferentes grados de implicación, desarrollándose estrategias de elusión de la responsabilidad y generando diferentes niveles de compromiso entre los actores.

* Los desastres naturales, a pesar de su virulencia, suelen permitir a las comunidades afectadas rehacerse y reconstruir sus vidas de una forma similar a la de antes del desastre, mientras que las catástrofes tecnológicas dejan su huella en las comunidades afectadas durante más tiempo (*Prince William Sound Regional Citizen's Advisory Council*, 2004).

Evan y Manion (2002) definen un desastre tecnológico como aquel que lleva a una gran crisis, amenaza la viabilidad de un sistema tecnológico, provoca pérdidas masivas de vidas y bienes, e incluso puede poner en peligro el entorno social en el que se produce. Estos autores identifican cinco factores en el origen de los desastres tecnológicos:

- * Errores humanos como la falta de comunicación o las negligencias.
- * Factores técnicos de diseño como el empleo incorrecto de compuestos contaminantes y los diseños defectuosos.
- * Factores del sistema de organización como la negativa por parte de los responsables de la administración a comunicar las deficiencias.
- * Factores socio-culturales, es decir: actitudes y valores propios de un grupo social o de una cultura empresarial.
- * Situaciones de conflicto que pueden llevar a actos de terrorismo tecnológico.

Una combinación de los anteriores son los desastres antrópicos inducidos por la naturaleza. Se trata de circunstancias en las que las tecnologías o los procesos sociales se ven puestos al límite por un evento de carácter natural. Además, la complejidad de la tecnología hace que sus consecuencias negativas, en caso de existir, sean cada vez más catastróficas.

Otro subcriterio clasificatorio es el tipo de acción humana que origina o facilita el desastre, siendo la dicotomía básica las catástrofes generadas por omisión frente a las generadas por acción o por actuación (Berren et al, 1989). El primer grupo incluye a los sucesos producidos por fallos en los sistemas diseñados, construidos y mantenidos por personas. Los actos de omisión no se derivan de intenciones malévolas, sino más bien de errores, negligencias, faltas de planificación o de visión. El segundo grupo está constituido por las catástrofes generadas por actuación. En ellas la intencionalidad es indudable y premeditada. Dentro de estas catástrofes están incluidos los actos de guerra y los de terrorismo. Con esta tipología se sortea la paradoja de que los impactos negativos de una tecnología pueden estar intencionalmente inducidos. En todo caso, es necesario recordar que la idea de catástrofe parte de un juicio de valor sobre la gravedad de una circunstancia, de manera que se trata de una valoración socialmente construida. Un suceso puede ser

percibido por un determinado grupo como catastrófico mientras otro no lo percibe como tal, lo que ocurre, por ejemplo, en los casos de los actos de guerra.

2. Crítica de la visión excepcionalista del análisis de los desastres

La evolución de la tecnología depende de un conjunto amplio de factores y se caracteriza por una variación progresiva, aunque con importantes discontinuidades en el ritmo de avance. Dentro del conjunto de fenómenos que inciden en su desarrollo, las catástrofes de carácter excepcional constituyen un elemento especialmente relevante, puesto que pueden determinar un cambio de dirección en la evolución de la tecnología. Esto es debido a su incidencia en aspectos como los siguientes:

- * La percepción y opinión pública sobre la tecnología.
- * La agenda política en temas tecnológicos.
- * La agenda de trabajo de los investigadores.

Algunos ejemplos que ponen de manifiesto esta influencia son los siguientes:

- * Las preocupaciones ciudadanas se ven afectadas en manera clara por catástrofes excepcionales. En diciembre de 2002, el 26,4% de los españoles apuntaban como el principal problema de España al vertido de *fuel* generado por el hundimiento de un barco (*Prestige*) frente a las costas españolas un mes antes. En ese momento, también se incrementa la preocupación por los problemas de corte ambiental. Este porcentaje es claramente inferior para el resto de momentos en que se realizan encuestas.² La toma de conciencia de la ciudadanía española respecto a aspectos tecnológicos suele variar en función de este tipo de sucesos.
- * El desastre nuclear ocurrido en marzo de 2011 en la central nuclear de Fukushima, Japón, desencadenó un cambio en la política energética alemana en mayo de ese mismo año, adelantando del año 2036 al año 2022 el momento de abandono total de la energía nuclear.
- * El accidente del transbordador espacial *Challenger* en 1986 condicionó el programa de vuelos espaciales de la agencia espacial estadounidense, afectó su reputación y frenó la propuesta de la participación de civiles en el programa espacial.
- * Detrás del nacimiento del pensamiento CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) han estado catástrofes como la de Hiroshima o el problema asociado al uso del DDT como insecticida (García, López, y Luján, 1996).

2. Resultado de los barómetros elaborados por el Centro de Investigaciones Sociológicas, disponible en: <http://www.cis.es>.

* La existencia de catástrofes excepcionales en ciertos sectores -por ejemplo, el nuclear- incrementa la atención que se presta a la presencia de riesgos tecnológicos. Mientras tanto, para otros sectores que también presentan riesgos tecnológicos notables pero menos concentrados en el tiempo, como es el caso de la electrónica, hay una menor exigencia en la evaluación de sus impactos negativos.

La forma en que las catástrofes tecnológicas excepcionales afectan la evolución de la tecnología implica ventajas, al convertirse en posibles catalizadores de cambio, pero también inconvenientes, al atraer la atención de los actores sociales y hacer que se desvíe el foco de otras cuestiones que también son relevantes. El protagonismo de los sucesos catastróficos en el pensamiento sobre la tecnología y el riesgo tecnológico es susceptible de ser valorado positivamente, puesto que los eventos extraordinarios tienen la capacidad de suscitar cambios radicales en las actitudes que pueden permanecer en el tiempo y generar tomas de conciencia más estables en relación a determinados riesgos. Las activaciones emocionales que generan los fenómenos catastróficos afectan a la reestructuración de los aspectos emotivos, cognitivos y volitivos de las actitudes relativas a la tecnología.

Puede plantearse, como analogía, la experiencia del campo del conservacionismo. Los teóricos de la ecología y los expertos en la lucha contra la extinción animal o vegetal han descubierto el interés que tienen las especies estandarte (*flagship species*) que por su carácter totémico y su gancho popular derivado de su atractivo ayudan a proteger todo un ecosistema. A pesar de la aparente frivolidad que parece expresar el que la agenda de conservación se derive de la simpatía hacia una determinada especie, esta visión ayuda a generalizar una toma de conciencia que posteriormente se generaliza. En el caso de la tecnología, parece evidente que el protagonismo dado a determinadas situaciones catastróficas ha cambiado de manera radical las actitudes y ha generado posicionamientos ante la tecnología que se han generalizado a otros ámbitos. Además, muchos de estos posicionamientos se realizan partiendo de un incremento de la cohesión social derivado de la catástrofe.

A pesar de estos hechos, la visión excepcionalista también cuenta con inconvenientes, entre las cuales se pueden señalar las siguientes:

* En primer lugar, una orientación excepcionalista focaliza la atención en hechos de gran magnitud y conlleva el olvido de los eventos con impactos menos espectaculares y de carácter acumulativo. Este hecho afecta a las decisiones de investigación de los científicos. De las 172 publicaciones que se dedican a analizar desastres tecnológicos, sólo 20 se dedicaban al ámbito de las *catástrofes silenciosas*.³

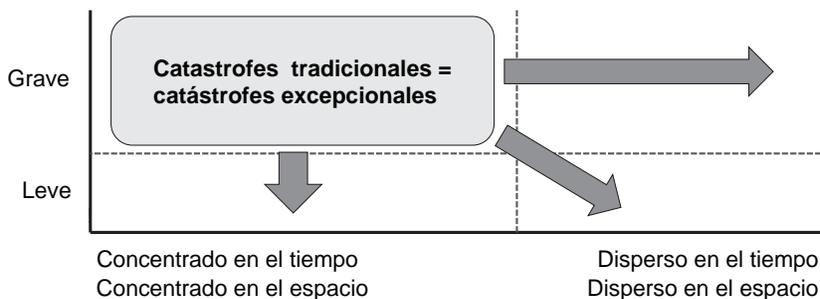
3. La búsqueda recogía publicaciones en la base de datos *ISI web of Knowledge* utilizando los términos en inglés *technology disaster* y *technology catastrophe*, y para las catástrofes silenciosas los términos ingleses *silent*, *slow-motion* y *chronic*.

* En segundo lugar, el interés por los sucesos excepcionales fomenta una visión de la realidad de carácter discontinua, casi dual, con situaciones de buen funcionamiento tecnológico y situaciones de alteración del orden correcto. Este dualismo dificulta una visión crítica del funcionamiento normal de la tecnología.

* En tercer lugar, el concentrar el foco en los desastres excepcionales limita la consideración de la ambivalencia de los impactos de la tecnología. Las catástrofes tecnológicas suelen centrar el análisis en los impactos negativos. Sin embargo, los desarrollos tecnológicos estándar cuentan tanto con una dimensión positiva como con una negativa.

A la vista de estos inconvenientes, parece necesario defender que, junto a la visión excepcionalista de las catástrofes tecnológicas, también requiere atención otro tipo de fenómenos catastróficos con efectos dispersos en el tiempo y en el espacio, no evidentes ni espectaculares y con una fuerte naturaleza acumulativa. Este programa de investigación supone ampliar el ámbito de análisis de las catástrofes moderando el relativo monopolio que han tenido las catástrofes excepcionales (sucesos graves y concentrados en el tiempo), ampliando para ello los análisis hasta incluir los cuatro cuadrantes recogidos en la **Figura 1**, con la consiguiente ampliación del concepto de catástrofe.

Figura 1. Tendencias de ampliación del campo de análisis de los riesgos tecnológicos



En la **Tabla 1** se recogen las características de un enfoque basado en un paradigma excepcionalista y de un enfoque ampliado que considera otros tipos de catástrofes, destacando para este último la amplitud de los sectores de análisis y la inclusión de impactos tanto negativos como positivos.

Tabla 1. Paradigmas de análisis de los riesgos tecnológicos

Modelo excepcionalista en el análisis de riesgos tecnológicos	Modelo integrador en el análisis de riesgos tecnológicos
Se centra en el análisis de sectores conflictivos y con antecedentes de catástrofes	Análisis de todos los sectores tecnológicos incluyendo sectores conflictivos (nuclear) o no conflictivos (electrónica)
Incluye impactos negativos	Incluye tanto impactos negativos como positivos
No suele tener graves problemas de atribución	En ocasiones tiene problemas de atribución
No tiene problemas de juicios de valor puesto que en líneas generales los efectos se consideran negativos.	Tiene problemas al formular juicios de valor puesto que la distribución de los impactos no es homogénea, y suele haber grupos sociales perjudicados y otros beneficiados.

3. Las catástrofes silenciosas y los impactos acumulativos

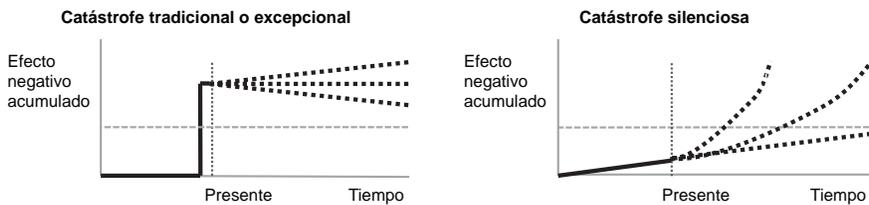
Siguiendo con el objetivo de ampliar el campo de evaluación de las catástrofes tecnológicas, es interesante valorar dos categorías que parecen especialmente relevantes para enriquecer el análisis son: los accidentes no catastróficos y las catástrofes silenciosas. En relación a la primera categoría, Mairal Buil (2013) diferencia entre accidentes catastróficos y no catastróficos, señalando que la variable distintiva es la gravedad. Los accidentes no catastróficos son aquellos que no tienen consecuencias masivas. Por ejemplo, los asociados a los accidentes de tráfico.

La segunda categoría, referida a las catástrofes silenciosas, recoge sucesos cuyos impactos negativos cumplen una o varias de estas características:

- * Los efectos asociados tienen una gravedad puntual leve.
- * Los efectos se producen de forma dispersa en el tiempo, a diferencia de las catástrofes excepcionales que presentan un efecto puntual de fuerte magnitud (**Figura 2**).
- * Los efectos asociados se distribuyen de manera desigual entre personas y territorios. Esta característica de las catástrofes silenciosas abre la posibilidad de que la sociedad tolere con más facilidad situaciones que objetivamente son perjudiciales, pero que pueden ser deslocalizadas a otros países u otros colectivos. Este puede ser el caso de los efectos negativos para la salud y el medio ambiente de residuos generados por los productos electrónicos.

* Existen dificultades de atribución de los efectos a una causa determinada. Esta dificultad se ve acentuada por los intereses de las distintas partes afectadas por la situación problemática. No es infrecuente que mientras alguna de las partes interesadas se moviliza para disminuir el impacto negativo, otros actores actúen de manera contraria, llegando a presionar para que no se publiquen los resultados de estudios epidemiológicos que muestran la problemática o la promoción de otros estudios que minimizan el daño.

Figura 2. Aparición y acumulación de los efectos negativos de los distintos tipos de desastres



En todos los casos, las catástrofes silenciosas se caracterizan por alcanzar con el paso del tiempo un impacto acumulado elevado. A pesar de ello, con frecuencia la falta de concentración en el tiempo o en el espacio hace que sean percibidos como menos graves y sean tolerados por la sociedad. Ejemplos de catástrofes silenciosas:

189

- * El uso de DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano) como insecticida.
- * Accidentes de transporte por carretera.
- * El cambio climático. Se espera una situación catastrófica en el sentido excepcional, pero en la actualidad no se plantea el problema como tal al no existir una situación de ruptura.
- * Deterioro de la capa de ozono debido al uso de clorofluorocarbono.
- * Conflictos bélicos por materias primas, por ejemplo el uso de minerales para productos electrónicos.
- * Envenenamiento por asbesto.
- * La contaminación asociada a grandes ciudades o la contaminación asociada a basura tecnológica.

4. Catástrofes silenciosas: el caso de la electrónica

Presentamos a continuación algunos de los efectos negativos de la industria electrónica que en conjunto pueden calificarse como un ejemplo paradigmático de catástrofe silenciosa. En este ejemplo podemos advertir la presencia de impactos tecnológicos que en el pasado han supuesto la pérdida de vidas humanas, problemas serios de salud para trabajadores y deterioro del medio ambiente, así como también situaciones que pueden estar contribuyendo a incrementar el número de damnificados futuros en el caso de no tomar suficientes medidas.

Evaluar los impactos de la electrónica exige una aproximación integral. Para la realización de un análisis adecuado de cualquier tipo de componente, circuito, sistema, equipo tecnológico o industria, es necesario efectuar un balance adecuado entre los beneficios y los costes vinculados con todo el proceso productivo, así como su distribución entre los diferentes agentes pasivos o activos relacionados con la tecnología particular. El análisis debe proceder, por lo tanto, con una perspectiva de ciclo de vida que incluye todas las etapas desde la obtención de materiales hasta el descarte del producto, y una mirada amplia para intentar incluir el mayor número de factores así como posibles efectos de carácter secundario. En el caso de la electrónica, y desde una perspectiva de *catástrofes silenciosas*, cabe destacar las siguientes etapas: extracción de recursos naturales; fabricación y ensamblado de componentes, circuitos y sistemas; y la etapa de fin de vida o descarte. En estas fases se están produciendo graves problemas que afectan a los trabajadores, a distintas comunidades involucradas directa o indirectamente en el proceso y al entorno natural.

190

4.1. Extracción de minerales

La explotación de los recursos naturales de la República Democrática del Congo y, especialmente, algunos elementos utilizados en la industria electrónica -tales como el tántalo (que se obtiene del mineral conocido como coltán), el estaño (que se obtiene de la casiterita), el tungsteno (que se obtiene de la wolframita), el cobalto y el oro- están sirviendo como catalizadores de una guerra entre diversas facciones de diversos países por controlar zonas con altos recursos mineros del este del país, especialmente en los Kivus del Norte y del Sur y la región de Ituri. Esta situación queda patente en varias de las afirmaciones recogidas en diversos párrafos del *Informe del Grupo de Expertos encargado de examinar la cuestión de la explotación ilegal de los recursos naturales y otras formas de riqueza de la República Democrática del Congo*:

“109. [...] El Grupo llega a la conclusión de que existe un vínculo entre la explotación de los recursos naturales de la República Democrática del Congo y la continuación del conflicto”

“213. El conflicto de la República Democrática del Congo se basa sobre todo en el acceso, el control y el comercio de cinco recursos minerales fundamentales: la columbotantalita [coltán], los diamantes, el cobre, el cobalto y el oro. [...] 214. La explotación de los recursos naturales de la República Democrática del Congo por parte de ejércitos extranjeros ha pasado a ser sistemática y

sistémica. El saqueo, el pillaje, las bandas de delinquentes y los cárteles son ya habituales en los territorios ocupados [...]” (Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, 2001a).

Un segundo informe publicado en noviembre de ese mismo año ratificó lo reseñado anteriormente.

“147. Existe un claro vínculo entre la continuación del conflicto y la explotación de los recursos naturales. Se podría decir que una arrastra a la otra. [...]” (Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, 2001b).

Sucesivos informes de Paneles de Expertos del Consejo de Seguridad de Naciones Unidas sostienen que existe un vínculo entre la explotación de recursos naturales y la financiación del conflicto, y responsabilizan a gobiernos de países vecinos de la República Democrática del Congo, fuerzas rebeldes y empresas privadas de Europa, América y África, a las que se acusa de no cumplir con las directrices de las empresas multinacionales de la OCDE (Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, 2002). Este conflicto ha supuesto hasta la fecha la muerte de cerca de seis millones de personas, dos millones de desplazados y unas 300.000 mujeres y niñas violadas, así como el sufrimiento de buena parte de la población de la zona. Además existe un reclutamiento forzoso de niños para el trabajo en las minas, para engrosar las filas de las distintas fuerzas contendientes o como mano de obra semiesclava procedente, en este caso, de facciones en conflicto. El tipo de trabajo que se realiza es de corte artesanal, produciéndose en ocasiones el colapso de las minas con la consiguiente muerte de trabajadores. En algunos casos el trabajo con minerales como el coltán produce problemas de salud (Mustapha et al, 2007). Conviene señalar también las cifras relacionadas con la muerte de elefantes y de gorilas. En el caso de este último animal, la población ha disminuido en un 80% o 90% en tan sólo tres años en el parque nacional de Khauzi Biega. Estas muertes se deben a la caza indiscriminada para alimentar a la población creciente de mineros (Hayes y Burge, 2003).

191

Si bien se ha reseñado la situación de la República Democrática del Congo por su especial gravedad, existen otras zonas que presentan también situaciones graves derivadas de la obtención de los minerales necesarios para la fabricación de componentes electrónicos. Es necesario considerar que se utilizan más de 200 componentes diferentes entre ácidos, metales, resinas, disolventes y gases, entre otros (Gassert, 1985). Podemos destacar la minas ilegales en Indonesia para la obtención de estaño, material utilizado en la industria electrónica (*Friends of the Earth*, 2012; Resosudarmo et al, 2009), Tierras Raras en China y problemas medioambientales en la obtención de oro, litio, cobalto o cobre en diversas partes del mundo (Sibaud, 2013).

Esta relación no exhaustiva de víctimas relacionadas con el proceso de extracción de componentes para la electrónica indica la existencia de una situación catastrófica por sus consecuencias y acumulación en el tiempo. Es una situación que coincide con

la definición propuesta para las catástrofes silenciosas. Además, en los casos citados no se han planteado acciones de respuesta relevantes, motivo por el cual es previsible que las cifras se incrementen con el paso del tiempo.

4.2. Fabricación y ensamblado de componentes, circuitos y sistemas electrónicos

En el ámbito de la fabricación de componentes y ensamblaje de los circuitos electrónicos podemos encontrar serios problemas para la salud tanto de los trabajadores y de las comunidades que se sitúan en el entorno próximo de las plantas de fabricación como para el medio ambiente, a pesar de la imagen de industria limpia que se ha transmitido. Para poner de manifiesto esta problemática se presentan en este apartado dos casos concretos -en los que se ven involucradas las empresas Fairchild e IBM- que afectan a la comunidad y a los trabajadores respectivamente, así como al medio ambiente.

En 1981 se descubrió que uno de los tanques que almacenaba un disolvente orgánico, el 1,1,1 tricloroetano (TCA), de una de las empresas pioneras en el mundo de la electrónica, *Fairchild Camera and Instruments Co.*, presentaba un problema de filtración que alcanzó a uno de los pozos que suministraba agua para consumo a las comunidades próximas a la fábrica (vecinos de “Los Paseos” en San José), con concentraciones 20 veces superiores a las consideradas como aceptables por la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos (*Environmental Protection Agency*, EPA). Otras empresas como IBM informaron también de filtraciones en el área.⁴ Si bien ni los organismos gubernamentales que realizaron estudios cuyos resultados reflejaron una tasa superior de problemas de salud en la zona –dos veces superior en la tasa de abortos espontáneos, tres veces superior en defectos congénitos y más de dos veces superior en problemas de corazón que una población de control que no consumía agua contaminada– ni la industria vincularon estos problemas a las filtraciones de productos químicos, sí lo hicieron los vecinos de “Los Paseos”, que atribuyeron un total de 13 muertes y más de 267 problemas de salud al consumo de agua contaminada por esas dos empresas (Bolam et al, 2008) y llevaron a juicio a la empresa *Fairchild Camera and Instruments Co.*⁵ Finalmente la empresa cerró la planta en 1983 y llegó a un acuerdo multimillonario con los demandantes, cuyo contenido no ha trascendido por los términos de confidencialidad del acuerdo alcanzado.⁶ Además, el terreno donde estuvo emplazada la planta entró en un programa de descontaminación conocido en Estados Unidos como *Superfund*, que ha supuesto un coste de más de 40 millones de dólares a la compañía.⁷

Accidentes similares con problemas similares entre la población se han producido en emplazamientos de otras compañías como IBM o Teledyne Semiconductor (Pellow

4. *Los Angeles Times*, “Birth Defect Study Shows Link to Area of Toxic Spill”. Fecha: 17/01/198. Disponible en: <http://articles.latimes.com>.

5. *San Jose Mercury News*, “High Birth Defects Rate in Spill Area”. Fecha: 17/1/1985.

6. *Metroactive*, “Leak No Evil”. Fecha: 17/11/97. Disponible en <http://www.metroactive.com>.

7. *United State Environmental Protection Agency*, “Fairchild Semiconductor Corp. (Mountain View Plant). EPA #: CAD095989778”. Disponible en: <http://www.epa.gov/region09/superfund>.

y Park, 2002). Se detectaron filtraciones o vertidos en otros 36 emplazamientos en la zona de Bay Area. No se trata de un hecho aislado: de todos los sitios Superfund en la zona de Silicon Valley, la mayor parte de ellos corresponden a empresas de la electrónica.⁸ Es significativo señalar que una buena parte de estas plantas están ubicadas en zonas donde la mayoría de la población es inmigrante, afroamericana o de clase trabajadora (Pellow y Park, 2002; Szasz y Meuser, 1997 y 2000). Estas comunidades se suelen caracterizar por ser comunidades de bajos ingresos, con poco acceso a información sobre los fenómenos que se están produciendo, poca capacidad para modificar los patrones de actuación, y por último con menos medios para paliar los efectos derivados de la actividad de la planta. Aún hoy siguen presentándose problemas de salud en las zonas contaminadas.⁹

Con respecto a los trabajadores de las plantas de la industria electrónica, es necesario señalar que también están surgiendo enfermedades de considerable gravedad con consecuencias fatales en un número significativo de casos. Ya en 1983 Gary Adams, un químico que trabajaba en el Departamento de Análisis de Materiales de la planta de San José de la empresa IBM, llamó la atención sobre el hecho de que de un total de doce compañeros dos habían muerto por cáncer cerebral, dos por cáncer linfático, dos por cáncer gastrointestinal, así como también otros dos desarrollaron tumores de huesos. Su caso no recibió ninguna atención por parte de la empresa (Hightower et al, 2006). A finales de 2003, James Moore y Alida Hernández, antiguos trabajadores de la sala limpia de la factoría de IBM en San José, demandaron a la empresa por exponerlos a productos químicos dañinos para la salud, lo que, alegaban, les hizo contraer cáncer, linfoma non-Hodgkin en el caso de James Moore y cáncer de pecho en el caso de Alida Hernández. La demanda judicial representaba dos de los más de 200 casos de antiguos trabajadores de plantas de California, Nueva York y Minnesota contra IBM por el envenenamiento por productos químicos que resultaron en cáncer u otro tipo de enfermedades crónicas. Además había más de 50 casos de demanda presentada por hijos de trabajadores de IBM que nacieron con defectos congénitos. IBM alegó que no existía evidencia creíble para establecer la relación entre los casos de cáncer de sus empleados con el lugar del trabajo. Sin embargo, Richard Clapp, epidemiólogo de los demandantes, concluyó que las tasas de cáncer entre los trabajadores, científicos e ingenieros de la sección de fabricación, eran superiores a los de la población normal, e incluso a los de trabajadores de la compañía que realizaban su trabajo en oficinas, a partir de la información obtenida en el denominado *Fichero de Mortalidad Corporativa* (FMC) que la propia empresa mantenía desde 1969. Según el análisis de la información que se podía extraer del FMC, en la empresa se produjeron un número alarmante de muertes por cáncer de cerebro, linfoma non-Hodgkin, leucemia y cáncer de pecho. En 2004 el juez del caso falló a favor de IBM, si bien otras empresas suministradoras de productos químicos implicadas llegaron a acuerdos previos con los demandantes

193

8. Los sitios *Superfund* pueden visitarse en la sección "Superfund Sites" del sitio web de la sección 9 (Pacific Southwest) de la United State Environmental Protection Agency. Disponible en: <http://www.epa.gov/region09/superfund>.

9. *Mountain View Voice*, "Cancer Spike Found Near Superfund Site" (por D. DeBolt.). Fecha: 11/10/2012. Disponible en: <http://mv-voice.com>.

antes de que el caso alcanzara los tribunales. Los abogados de IBM consiguieron que se excluyera la presentación de la información obtenida del FMC ante el jurado, lo que evitó que este tuviera información sobre los casos de muertes por cáncer que se habían producido entre los trabajadores de la empresa (Hightower et al, 2006)

Un motivo de preocupación con respecto a una situación futura es la migración de estas empresas a países de bajo coste de la mano de obra (LaDou, 1991; LaDou y Lovegrove, 2008) como Taiwan, China, India, o las maquiladoras en México. Estos países se encuentran en peor posición para proteger a los trabajadores de los efectos adversos para la salud que se pueden derivar del trabajo con los compuestos químicos que se utilizan en las plantas de producción, pudiéndose agravar el fenómeno.

4.3. Fase de fin de vida de los productos electrónicos

Los dispositivos electrónicos desechados se consideran como residuos peligrosos por los componentes químicos y metales de los que están compuestos (Lundgren et al, 2012). Algunos de los elementos que se pueden encontrar en un ordenador que están caracterizados como peligrosos son: plomo, berilio, cadmio, bario, mercurio, PBB o PBDE.¹⁰

En Estados Unidos, muchos equipos electrónicos que los usuarios han llevado a reciclar (alrededor del 80%) finalizan su vida en China, India, Vietnam, Pakistán o en destinos africanos como Nigeria o Ghana (Schmidt, 2006; Puckett et al, 2005), puesto que exportar los ordenadores genera más beneficios que reciclarlos en casa (Puckett et al., 2002). También una buena parte de los ordenadores, teléfonos móviles y demás en Europa y Japón finalizan en los mismos destinos u otros similares.

El manejo y la recuperación de componentes de los residuos electrónicos se realizan a pequeña escala y con métodos manuales y artesanales intensivos en mano de obra, que no cuentan con la protección adecuada al riesgo que se asume. Se recuperan materiales como acero, aluminio, cobre, plástico y oro, empleando para ello métodos tales como la quema de cables, el calentamiento de soldaduras o la extracción de oro mediante la utilización de ácidos. Esto ha provocado que algunas personas hayan manifestado alteraciones de su salud: problemas en la piel, problemas respiratorios, enfermedades estomacales, debilidad corporal. Son varios los estudios que se están llevando a cabo sobre las concentraciones de diversas sustancias peligrosas tanto para la salud humana como para el medioambiente, especialmente en Guiyu, provincia de Guandong, China, una ciudad agrícola convertida en recicladora de productos electrónicos (Wong et al, 2007; Wong et al, 2007).

Únicamente una parte de los productos electrónicos puede ser realmente reciclada, el resto finaliza en vertederos a lo largo de canales o riberas de los ríos, con el consiguiente riesgo de contaminación y posibles problemas para la salud posteriores.

10. Retardantes de llama brominados.

Tal y como se ha puesto de manifiesto con el caso de la industria electrónica, la falta de análisis de los efectos sociales y medioambientales en todas las fases de desarrollo de los productos y procesos tecnológicos favorece la existencia de las catástrofes silenciosas y sus efectos perniciosos. Además, se dan casos en que, a pesar de ser conocidos los efectos negativos del despliegue de una determinada tecnología, se definen como aproblemáticos o se derivan estos efectos hacia lugares en los que la posible protesta tenga menos fuerza. Con frecuencia se privilegian los beneficios económicos que afectan a quienes toman las decisiones frente a los efectos perniciosos que afectan a colectivos lejanos a los centros en que se toman dichas decisiones. Surge, por tanto, la necesidad de mejorar la evaluación que se hace de los desarrollos tecnológicos para poder prevenir estos fenómenos.

5. La evaluación de impacto social de proyectos tecnológicos y el análisis de catástrofes tecnológicas silenciosas

Para evitar que el pensamiento social pueda obviar situaciones como las anteriores, es necesario refinar y universalizar los métodos mediante los cuales se evalúan los impactos de la tecnología. En este sentido, es pertinente generalizar las prácticas de evaluación de impacto social de la tecnología desarrolladas desde mediados de la década de los 70 y que se han aplicado tanto a la evaluación de alternativas tecnológicas concretas como al marco de los proyectos.

Partiendo de este cuerpo metodológico, parece claro que las técnicas empleadas para la evaluación de impacto social de proyectos pueden ser aplicadas a la evaluación de los impactos de un fenómeno catastrófico. Estas técnicas tienen elementos en común con las herramientas de análisis y gestión de catástrofes, aunque cuentan con diferencias puntuales. Usar ambas formas de evaluación permite un análisis de la catástrofe desde perspectivas diferentes, haciendo posible mejorar la comprensión y el conocimiento de sus efectos sobre la comunidad a la que afecta y, en particular, sobre los grupos más vulnerables (Cotell y King, 2011).

Ambos estudios, el análisis de un desastre tecnológico y la evaluación de impacto social de un proyecto tecnológico parten de la convicción de que la tecnología tiene asociados impactos sociales significativos, entendidos como “las consecuencias para la población humana de cualquier acción pública o privada que altera la forma en que las personas viven, trabajan, se entretienen, se relacionan con los otros, se organizan para satisfacer sus necesidades y se las arreglan como miembros de la sociedad”. (*Interorganizational Committee on Principles & Guidelines for Social Impact Assessment*, 2003: 231). Los dos tipos de evaluación considerados comparten algunos objetivos, aunque con una interpretación algo diferenciada. Dentro de ellos, son especialmente reseñables los siguientes:

- * Objetivo de rendición de cuentas, que permite determinar las relaciones de causalidad existente e informar a la ciudadanía sobre las responsabilidades.

* Objetivo de aprendizaje a partir de la experiencia acumulada, que permite mejorar los diseños futuros para evitar la repetición de ese tipo de sucesos y mejorar los mecanismos de respuesta en caso de que sucedan.

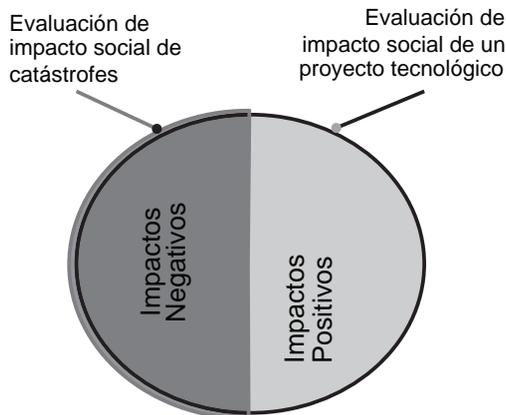
* Objetivo de apoyo a la toma de decisiones. Este objetivo está presente en ambos casos pero con matices diferenciales, puesto que en el caso de los desastres, la toma de decisiones puede orientarse hacia las decisiones sobre las posibles medidas para paliar sus impactos, mientras que en el caso de la evaluación de proyectos suele centrarse en la decisión de financiar o rechazar un determinado proyecto.

Otro elemento común de ambos enfoques es el carácter social de sus efectos, pudiéndose establecer hasta seis unidades sociales: el individuo, la familia o el grupo de trabajo, la organización, la comunidad, la sociedad y el sistema internacional. En el caso de un proyecto tecnológico estas unidades pueden reclasificarse en tres niveles en función de su posición respecto al proyecto: el cliente del proyecto, los usuarios (que puede coincidir con el anterior) y el resto de la comunidad que puede verse afectada por el proyecto.

En sentido contrario, también pueden encontrarse elementos diferenciadores entre la evaluación de impacto de un proyecto y la evaluación de una catástrofe. Entre ellos, es importante señalar que en el caso de las catástrofes el análisis se centra en los impactos negativos asociados, dejando de lado o dando menos importancia a los impactos positivos que la intervención tecnológica hubiera supuesto hasta el momento de la catástrofe o incluso los posibles impactos positivos que pudieran desvelarse tras la catástrofe (**Figura 3**). Este tipo de impactos positivos pueden provenir del posterior proceso de recuperación y de la resiliencia de los individuos y las comunidades (Cottrell y King, 2010).

196

Figura 3. Diferencia entre la evaluación de impacto social de un desastre y la evaluación de impacto social de un proyecto tecnológico a la hora de considerar los impactos



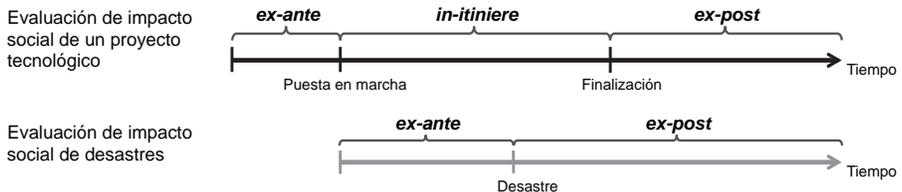
Otro elemento diferenciador está constituido por la diferente aproximación temporal que se utiliza en la evaluación de impacto social de un proyecto tecnológico y el análisis de una catástrofe tecnológica. En el primer caso, se toma como referencia temporal la puesta en marcha de la tecnología o de un proyecto y la finalización de su uso, distinguiendo entre:

- * *Evaluación ex-ante*, cuando se analiza una tecnológica antes de su utilización para decidir su adopción y para mejorar su diseño eliminando o mitigando sus efectos negativos y aprovechando sus efectos positivos.
- * *Evaluación in-itinere*, para analizar y corregir posibles desviaciones respecto a la situación inicialmente prevista o incorporar mejoras en su utilización.
- * *Evaluación ex-post*, para constatar los impactos previstos y en caso de aparecer impactos no previstos mitigar sus efectos negativos y potenciar los positivos.

En el caso de las catástrofes excepcionales, pueden definirse a su vez dos perspectivas (**Figura 4**):

- * *Evaluación ex-ante*, si la catástrofe no ha tenido lugar. En este momento se está en situación de análisis de riesgos, desarrollado mediante un ejercicio de simulación para analizar los potenciales efectos sociales negativos con el objetivo de mejorar el proceso de toma de decisiones y para establecer estrategias orientadas a minimizar dichos efectos negativos en caso de que la catástrofe llegase a suceder.
- * *Evaluación ex-post*, en el caso de que la catástrofe haya tenido lugar. Esta evaluación serviría, por un lado, para analizar los efectos sociales negativos asociados a esa catástrofe para paliarlos en la medida de lo posible y, por el otro lado, para generar un proceso de aprendizaje que permita evitar que un suceso de características similares se repita.

Figura 4. Tipos de evaluación de un proyecto tecnológico y de un desastre en función del tiempo



En el caso de las catástrofes silenciosas, no se establece un momento concreto en el tiempo en el que ocurre un desastre, sino que se analiza un elemento tecnológico que

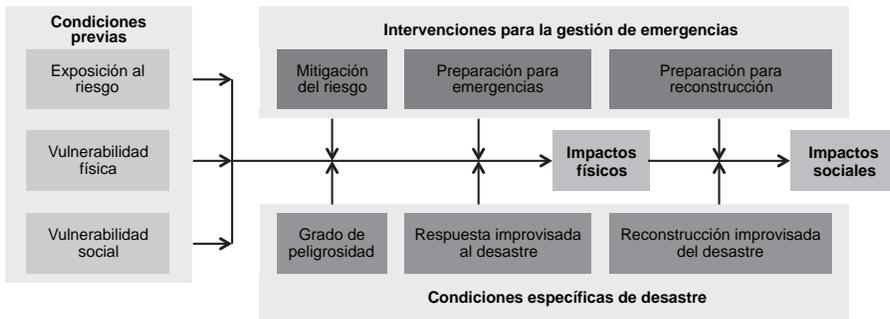
está en funcionamiento (*in-itinere*) y que está generando unos efectos. En estos casos, los efectos negativos se mantienen todavía dentro de un nivel asumible por la comunidad afectada, o bien no han sido adecuadamente identificados o asociados esos efectos con el suceso detonante. La evaluación de un proyecto tecnológico *in-itinere* tiene cierta similitud con la evaluación de una catástrofe silenciosa, pues persigue paliar efectos sociales negativos existentes y también tomar medidas correctoras para evitar que continúe su acumulación en el futuro.

Los efectos de una catástrofe sobre los individuos, los grupos y las comunidades son de diversa naturaleza, pudiéndose identificar distintas vías a través de las cuales alcanza a las personas. Entre los impactos individuales destaca el estrés sociológico y psicológico crónico a largo plazo (incertidumbre) o los impactos negativos sobre la salud a largo plazo. Para los comunitarios destacan los trastornos sociales a largo plazo (traumas colectivos, baja confianza, comunidades corrosivas, reducido capital social).

El marco de análisis de los impactos de los desastres tecnológicos es complejo (**Figura 5**), debiéndose considerar las condiciones previas, las condiciones específicas del desastre en particular y las intervenciones programadas para gestionar la situación catastrófica. Dentro de este marco, Lindell (2013) reconoce dos clases de impactos: físicos y sociales. Dentro de los impactos físicos, distingue el número de muertos y damnificados y los daños físicos; y dentro de los sociales, diferencia entre impactos psicológicos, demográficos, económicos y políticos.

198

Figura 5. Marco de análisis de impacto de un desastre



Fuente: adaptado de Lindell, Prater y Perry (2006).

Para el caso de la evaluación del impacto social de proyectos tecnológicos la identificación y organización de los impactos tiene un marco de análisis más sencillo, partiendo de una intervención humana que genera procesos de cambio en el entorno

social y físico, produciéndose procesos de retroalimentación entre ellos, generando impactos sociales de diversa naturaleza (Schooten et al, 2001): salud y bienestar social, calidad del entorno físico donde se vive y se trabaja, bienestar económico y material, cultura, la familia y la comunidad, elementos culturales, legales y políticos o cuestiones de género. También es necesario decidir quién evalúa y cómo evaluar el impacto social de una catástrofe, por ejemplo el grado de participación pública en los procesos de evaluación. La evaluación del impacto social de proyectos tecnológicos permite estar abierta a procesos participativos que puede ser interesante para evitar algunos problemas del análisis del impacto social de los desastres. Uno de ellos es la falta de capacidad para comprender los cambiantes impactos sociales por parte de terceros que no han padecido el desastre ("*Outsiders just don't understand*"), lo que puede causar o exacerbar problemas.

Conclusión

El presente trabajo ha planteado la necesidad de trascender de una visión excepcionalista de la tecnología, caracterizada por el protagonismo concedido en las agendas de investigación y en los medios de comunicación a las catástrofes tecnológicas caracterizadas por impactos intensos, graves y concentrados en el tiempo. A pesar de los posibles efectos positivos que puede tener este protagonismo de los sucesos excepcionales en la toma de conciencia de los riesgos tecnológicos de una parte de la sociedad, también supone un sesgo preocupante por cuanto ayuda a obviar aquellos sucesos de carácter repetitivo, menos grave o disperso en el tiempo, pero que también suponen impactos peligrosos. Por este motivo, el presente trabajo defiende una visión amplia del concepto de catástrofe que permita considerar a los llamados desastres silenciosos, cuyos efectos pueden no ser tan llamativos pero que pueden llegar a suponer un relevante impacto acumulado.

199

Un caso paradigmático de desastre silencioso se produce en el sector de la electrónica, en el cual algunos de los impactos negativos asociados a distintas etapas de sus ciclos de vida están incrementándose, pero que -debido a su dispersión geográfica, a los problemas de atribución y a su poca concentración en el tiempo- todavía no están recibiendo la atención deseada por parte de la opinión pública, los fabricantes, los investigadores y los gobiernos.

El trabajo concluye con una propuesta metodológica basada en la utilización del bagaje metodológico desarrollado para el análisis de proyectos tecnológicos, de manera que puedan ser aplicados a la valoración de las situaciones catastróficas. La utilización de la evaluación de impacto social de proyectos tecnológicos puede ser provechosa por distintas razones:

1. No centra el análisis en fenómenos con impactos concentrados en el tiempo y el espacio, sino que da igual importancia a impactos puntuales reducidos pero de naturaleza acumulativa, como por ejemplo los efectos a largo plazo sobre la salud de las personas o el medio ambiente.

2. Incorpora impactos negativos pero también positivos, con lo que se puede tomar decisiones con una información más completa, pudiendo establecer mecanismos de transferencia de recursos entre beneficiados y perjudicados.

El uso de metodologías semejantes permite erosionar la barrera artificialmente construida entre el funcionamiento normal de la tecnología y el funcionamiento excepcional, de corte catastrófico. El presente artículo parte de la convicción de que el riesgo es consustancial a la tecnología, y de que la evaluación de los impactos sociales y ambientales debe estar presente en cualquier desarrollo tecnológico, evitando focalizar la atención en aquellas tecnologías que cuentan con historiales más espectaculares.

Bibliografía

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

BECK, U. (1998b): *¿Qué es la globalización? Falacias del globalismo, respuestas a la globalización*, Barcelona, Paidós.

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

200 BERREN, M.; SANTIAGO, J.; BEIGEL, A. y TIMMONS, S. (1989): "A classification scheme for disasters", en Gist, R. y Lubin, B. (eds): *Psychological Aspects of Disaster*, New York, Wiley, pp. 40–58.

BOLAM, V.; DAVIS, S.; DAVISON, A.; ORNELAS, L.; SANZ, E.; STARKEY, M. y WILLIAMS, M. (2008): *Regulating Emerging Technologies in Silicon Valley and Beyond. Lessons Learned from 1981 Chemical Spills in the Electronics Industry and Implications for Regulating Nanotechnology*, San Francisco, Silicon Valley Toxics Coalition. Disponible en: http://svtc.live2.radicaldesigns.org/wp-content/uploads/SVTC_Nanotech_ReportApril-2008.pdf.

CONSEJO DE SEGURIDAD DE LAS NACIONES UNIDAS (2001a): *Adición al informe del Grupo de Expertos encargado de examinar la cuestión de la explotación ilegal de los recursos naturales y otras formas de riqueza de la República Democrática del Congo* (No. S/2001/1072), Nueva York, Organización de las Naciones Unidas. Disponible en: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=S/2001/1072>.

CONSEJO DE SEGURIDAD DE LAS NACIONES UNIDAS (2001b): *Informe del Grupo de Expertos encargado de examinar la cuestión de la explotación ilegal de los recursos naturales y otras formas de riqueza de la República Democrática del Congo* (No. S/2001/357), Nueva York, Organización de las Naciones Unidas. Disponible en: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=S/2001/357>.

CONSEJO DE SEGURIDAD DE LAS NACIONES UNIDAS (2002): *Informe final del Grupo de Expertos encargado de examinar la explotación ilegal de los recursos*

naturales y otras riquezas de la República Democrática del Congo (No. S/2002/1146), Nueva York, Organización de las Naciones Unidas. Disponible en: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=S/2002/1146>.

COTRELL, A. y KING, D. (2010): "Social assessment as a complementary tool to hazard risk assessment and disaster planning", *The australasian journal of disaster and trauma studies*, 1, pp. 1-10.

DOUGLAS, M. (1995): *La aceptabilidad del riesgo en las ciencias globales*, Barcelona, Paidós. Original de 1985, Risk Acceptability according to the social sciences, New York, Russell Sage Foundation.

DOUGLAS, M. (1998): *Estilos de pensar*, Barcelona, Gedisa. Original de 1996, Thought Styles, Londres, Thousand Oaks, Nueva Delhi, SAGE Publications.

EVAN, W. M. y MANION, M. (2002): *Minding the Machines: Preventing technological disasters*, New Jersey, Prentice Hall.

FRIENDS OF THE EARTH (2012): *Mining for Smartphones: the True Cost of Tin*, London, Friends of the Earth. Disponible en: http://www.foe.co.uk/resource/reports/tin_mining.pdf.

FRITZ, C. E. (1961): "Disaster", en Merton, R.K, y Nisbert, R.A. (eds): *Contemporary social problems*. New York, Hartcourt y Brace and World, pp. 651-694.

201

GASSERT, T. (1985): *Health hazards in electronics: a handbook*. Kowloon, Hong Kong, Asia Monitor Resource Center.

GIL CALVO, E. (2003): *El miedo es el mensaje: riesgo, incertidumbre y medios de comunicacion*, Madrid, Alianza.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I., LÓPEZ CEREZO, J. A., y LUJÁN LÓPEZ, J. L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Tecnos.

HAYES, K. y BURGE, R. (2003): *Coltan Mining in the Democratic Republic of Congo: How tantalum-using industries can commit to the reconstruction of the DRC*, Cambridge, *Fauna & Flora International*. Disponible en: <http://tierra.rediris.es/coltan/coltanreport.pdf>.

HIGHTOWEB, J.; SMITH, T.; SONNENFELD, D. A. y PELLOW, D. N. (2006): *Challenging the Chip: Labor Rights and Environmental Justice in the Global Electronics Industry*, Philadelphia, Temple University Press.

INTERORGANIZATIONAL COMMITTEE ON PRINCIPLES AND GUIDELINES FOR SOCIAL IMPACT ASSESSMENT (2003): "Principles and guidelines for social impact assessment in the USA". *Impact Assessment and Project Appraisal*, 21, 3, pp. 231-250. DOI: 10.3152/147154603781766293.

LADOU, J. (1991): "Deadly Migration: Hazardous industries' flight to the third world". *Technology Review*, 94, pp. 46–53. Disponible en: <http://files.technologyreview.com/magazine-archive/1991/MIT-Technology-Review-1991-07-sample.pdf>.

LADOU, J. y LOVEGROVE, S. (2008): "Export of electronics equipment waste". *International journal of occupational and environmental health*, 14, 1, pp. 1–10.

LINDELL, M. K. (2013): "Disaster studies". *Current sociology review*, 61, 5-6, pp. 797-825. DOI: 10.1177/0011392113484456.

LINDELL, M. K.; PRATER, C. S.; Y PERRY, R. W. (2006): *Fundamentals of Emergency Management*, Emmitsburg, Federal Emergency Management Agency Emergency Management Institute. Disponible en: <http://training.fema.gov/EMIweb/edu/fem.asp>.

LÓPEZ CERREZO, J. A. y LUJÁN, J. L. (2000): *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza.

LUNDGREN, K. (2012): *The global impact of e-waste: addressing the challenge*, Geneva, International Labour Office (Programme on Safety and Health at Work and the Environment).

MAIRAL BUIL, G. (2013): *La década del riesgo situaciones y narrativas de riesgo en España a comienzos del siglo XXI*, Madrid, Los Libros de la catarata.

202

MARANO, D. E.; BOICE, J. D.; MUNRO, H. M.; CHADDA, B. K.; WILLIAMS, M. E.; MCCARTHY, C. M.; KIVEL, P. F.; BLOT, W. J. y MCLAUGHLIN, J. K. (2010): "Exposure assessment among US workers employed in semiconductor wafer fabrication", *Journal of occupational and environmental medicine*, 52, 11, pp. 1075–1081. DOI:10.1097/JOM.0b013e3181f6ee1d

MUSTAPHA, A. O.; MBUZUKONGIRA, P. y MANGALA, M. J. (2007): "Occupational radiation exposures of artisans mining columbite-tantalite in the eastern Democratic Republic of Congo", *Journal of radiological protection: official journal of the Society for Radiological Protection*, vol. 27, n° 2 , pp. 187–195. DOI:10.1088/0952-4746/27/2/005

PELLOW, D. y PARK, L. (2002): *The Silicon Valley of Dreams: Environmental Injustice, Immigrant Workers, and the High-Tech Global Economy*, New York, NYU Press.

PRINCE WILLIAM SOUND REGIONAL CITIZEN'S ADVISORY COUNCIL (2004): *Coping with Technological Disasters: A User Friendly Guidebook*, Anchorage, Prince William Sound Regional Citizen's Advisory Council.

PUCKETT, J.; BYSTER, L.; WESTERVELT, S.; GUTIERREZ, R.; DAVIS, S.; HUSSAIN, A. y DUTTA, M. (2002): *Exporting Harm - The High-Tech Trashing of Asia, Seattle, The Basel Action Network y Silicon Valley Toxics Coalition*. Disponible en: <http://svtc.org/wp-content/uploads/technotrash.pdf>.

PUCKETT, J.; WESTERVEËNT, S.; GUTIERREZ, R. y TAKMIYA, Y. (2005): *The Digital Dump. Exporting Re-use and Abuse to Africa, Seattle, Basel Action Network*. Disponible en: <http://ban.org/library/TheDigitalDump.pdf>.

RESOSUDARMO, B. P.; RESOSUDARMO, I. A. P.; SAROSA, W. y SUBIMAN, N. L. (2009): "Socioeconomic Conflicts in Indonesia's Mining Industry", en Cronin, R y Pandya, A. (Eds.): *Exploiting Natural Resources. Growth, Instability, and Conflict in the Middle East and Asia*, Washington DC, Stimson Center, pp. 33-46. Disponible en: http://www.stimson.org/images/uploads/research-pdfs/Exploiting_Natural_Resources-Chapter_3_Resosudarmo.pdf.

SCHAEFER, F. K. (1953): "Exceptionalism Geography", *Annals of the Association of American Geographers*, 43, pp. 226-249.

SCHMIDT, C. W. (2006): "Unfair Trade e-Waste in Africa". *Environmental Health Perspectives*, 114, 4, pp. A232–A235.

SIBAUD, P. (2013): *Short Circuit: The Lifecycle of our Electronic Gadgets and the True Cost to Earth*, London, The Gaia Foundation. Disponible en: http://www.gaiafoundation.org/sites/default/files/ShortCircuit_lores.pdf.

SLOOTWEG, R.; VANCLAY, F. y SCHOOTEN, M. (2001): "Function evaluation as a framework for the integration of social and environmental impact assessment", *Impact Assessment and Project Appraisal*, 19, 1, pp. 19-28.

203

SZASZ, A. y MEUSER, M. (1997): "Environmental Inequalities: Literature Review and Proposals for New Directions in Research and Theory", *Current Sociology*, 45, 3, pp. 99–120. DOI:10.1177/001139297045003006

SZASZ, A. y MEUSER, M. (2000): "Unintended, Inexorable The Production of Environmental Inequalities in Santa Clara County, California", *American Behavioral Scientist*, 43, 4, pp. 602–632. DOI:10.1177/0002764200043004005

VATTIMO, G. (1994): "Postmodernidad: ¿una sociedad transparente?" en Vattimo, G., Mardones, J. M., Urdanibia, I., Fernández del Riesgo, M., Maffesoli, M., Savater, F., Beriain, J., Lanceros, P. y Ortiz Osés, A. *En torno a la Postmodernidad*, Barcelona, Anthropos.

WONG, C. S. C.; WU, S. C.; DUZGOREN-AYDIN, N. S.; AYDIN, A. y WONG, M. H. (2007): "Trace metal contamination of sediments in an e-waste processing village in China", *Environmental Pollution*, 145, 2, pp. 434–442. DOI:10.1016/j.envpol.2006.05.017

WONG, M. H, WU, S. C.; DENG, W. J.; YU, X. Z.; LUO, Q.; LEUNG, A. O. W.; WONG, C. S. C.; LUKSEMBURG, W. J. y WONG, A. S. (2007): "Export of toxic chemicals – A review of the case of uncontrolled electronic-waste recycling", *Environmental Pollution*, 149, 2, pp. 131–140. DOI:10.1016/j.envpol.2007.01.044