

Reportajes

Reciclaje de ordenadores y material informático

Febrero de 2008 - Elaborado por la redacción de Terra.org a partir de diversas fuentes. Este reportaje recomienda la lectura del interesante informe de Alejandro Castán, [Material informático y contaminación medioambiental](#).

Una cosa está clara: se recicla poco el material informático y se manda mucho al tercer mundo, que se ha convertido en un enorme vertedero de basura electrónica. La nuestra es una sociedad que lo hace todo con ordenadores y cada vez les pedimos más tareas. El resultado es la generación de miles de toneladas de basura electrónica. En este reportaje ahondamos algo en un tema más que complejo.



El Power Macintosh G3 de 1999, cuando era una de las máquinas más avanzadas de su momento en estética y velocidad de procesador.



Detalle de las piezas que se extrajeron del G3 que se utilizó para experimentar la complejidad de separar las piezas de un ordenador viejo.

Incluso tareas tan sencillas como escribir sobre un papel en blanco se convierten hoy en día en querer convertirlo casi en un miniposter. Todo esto hace que el software cada día se sofisticue más, con novedades que en algunos casos permiten a las empresas lanzar actualizaciones como mínimo una vez al año, si no dos. En cualquier caso, las máquinas que deben procesar este software cada vez con más prestaciones van quedándose obsoletas porque, en realidad, la industria del software añade nuevos gadgets a sus programas, que precisan de más máquina. Para determinados usos, el cambio de ordenadores es anual. El resultado con los continuos avances tecnológicos es que el rendimiento del hardware no supere los tres años para poder continuar siendo útil. Esta velocidad progresiva de obsoletización del material informático ha creado un enorme problema ambiental, porque en la fabricación de ordenadores (y, en general, en la electrónica de consumo) se emplean materiales tóxicos para nuestro entorno.

Algunos estudios afirman que los europeos superamos los 20 kilogramos de RAEE (residuos eléctricos y electrónicos) por persona y año. Hay que tener en cuenta que son la mayor fuente de metales pesados y contaminantes orgánicos de los residuos municipales. Sólo hay que ver el crecimiento que han tenido determinados artefactos que, como el teléfono móvil, cada vez están más generalizados (recordemos que durante el año 2008 se alcanzará una cifra récord: la mitad de la humanidad tendrá un teléfono móvil). La vida media de los aparatos electrónicos varía entre un año (teléfonos móviles) y 2-3 años (ordenadores), lo que significa millones de toneladas en chatarra electrónica. Por ejemplo, a lo largo de 2006 quedaron fuera de uso unos 40 millones de teléfonos, millón arriba o millón abajo, que a 80 gramos por aparato hacen 3.200 toneladas de chatarra telefónica. Si las pautas de conducta consumista fuesen globales, entonces los 1.750 millones de usuarios de telefonía móvil que hay en el mundo generarían 140.000 toneladas. Cada año quedan obsoletos en España 2,5 millones de equipos informáticos, y la tendencia general en el mundo desarrollado es a igualar el número de equipos adquiridos con el número de equipos obsoletos. En estos momentos circulan por el Estado español 15 millones de reproductores MP3, 18 millones de cámaras digitales, etc. Tan sólo en Estados Unidos, cada año se desechan 30 millones de computadoras personales o PCs.

El marco legal de los RAEE

Para frenar estos efectos nefastos para el medio ambiente y la economía, el Parlamento Europeo y el Consejo Europeo generaron, después de diez años de discusión pública, la Directiva 2002/96/CE y la Directiva 2002/95/CE, que se trasponen a la legislación española el 25 de febrero de 2005 mediante el RD 208/2005, que entró en vigor el 13 de agosto de 2005. Uno de los objetivos clave de esta legislación es: producir limpio - usar - reciclar, "reencarnar" las materias primas "ecoeficientemente", es decir, cumpliendo la ley en sus aspectos medioambientales, minimizando el impacto en la salud y el medio ambiente y logrando el mínimo coste económico en todas las etapas del proceso. Para ello, el actual marco legal vigente obliga al ciudadano a colaborar en la recogida de RAEE y pagar por su reciclado; al productor, a administrar transparentemente y con criterios industriales, técnicos y económicos el dinero que le ha sido confiado a dichos efectos y a las administraciones competentes, a facilitar la recogida, instruir al ciudadano y controlar la gestión con rigor.

Lo que está claro es que el único medio de facilitar el reciclaje de la llamada basura electrónica es con una tasa de retorno. En el 2002, el Parlamento de California aprobó una tasa de reciclaje para los monitores de los ordenadores y los televisores, que se situaba en unos 10 dólares por aparato. Con esa cantidad, la administración espera sufragar el reciclaje, que cuesta en California unos 500 millones de dólares.



Visto así, no parece que haya muchas piezas y recuperarlas en lugar de trocearlas sería mucho más interesante para el medio ambiente.



Detalle de la placa base, que tiene un diseño interesante para ser ampliada con una tarjeta tipo SONNET.



El reciclaje de ordenadores en el Tercer mundo se ha convertido en una fuente de problemas ambientales y de la salud para las personas. Imagen: www.ban.org

Sólo Apple apoyó esta iniciativa. De hecho, esta compañía tiene un programa especial en Estados Unidos. De este modo, en el año 2006 Apple recicló unos 6 millones de kilogramos de basura electrónica, el equivalente al 9,5 % del peso de todos los productos vendidos durante los siete años anteriores. Para el 2008 esperaban llegar al 20 %.

En España, la aplicación del Decreto 208/2005 sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos (RAEE) implica a diferentes actores. Así, por ejemplo, la Asociación Multisectorial de Empresas Españolas de Electrónica y Comunicaciones (Asimelec), que aglutina a más de 100 empresas del sector, asume la gestión de más de 75.000 toneladas de residuos de equipos informáticos para su reciclaje. La exigencia legal implica a los ayuntamientos para que participen en garantizar la recogida de aparatos procedentes de los hogares. Los ordenadores y otros aparatos eléctricos y electrónicos pueden ser depositados por el usuario en los llamados puntos verdes, centros de reciclaje, *deixalleries*, etc. Según [Asimelec](#), recoger dos kilos más o menos significan millones de euros y un esfuerzo que tiene que realizar la industria. La cantidad de residuos por habitante al año es uno de los puntos de discrepancia. De acuerdo con esta norma española (artículo 4), la entrega debe ser gratuita para el consumidor y es el productor el que pacta con su canal la mejor forma de recogida de los mismos. Asimismo, el transporte y tratamiento de los residuos en plantas habilitadas a tal efecto deberá ser costeado por los proveedores. Según cálculos del sector, en el mercado español se ponen anualmente en circulación unas 25.000 toneladas de productos de ofimática (copiadoras, faxes, impresoras, ordenadores...), 1.500 toneladas de móviles y algo más de 10.000 toneladas de pilas.

La informática en la era del ecodiseño

Hay una tendencia a considerar la electrónica y, concretamente, la microelectrónica, como tecnologías limpias, poco contaminantes. Incluso una escuela de la economía neoliberal habla de la "desmaterialización" de la producción. Así, el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), en un documento sobre ecoeficiencia, define este concepto como "maneras de sustituir flujos de materia por flujos de conocimiento [...] y comercializar productos adaptados a las necesidades de los clientes". Esta pretensión de que el conocimiento sustituye a la materia en el mundo de las TIC sólo se fundamenta sobre intereses e ideologías, pero la realidad es muy diferente. Esta visión es debida al hecho de que, tanto para los usuarios comunes como para muchos especialistas, el ciclo de vida del microchip empieza en las puertas de las plantas de las empresas INTEL y AMD (los dos principales fabricantes de microprocesadores) y no tienen en cuenta el resto del ciclo. Estudios recientes han demostrado que si se tiene en cuenta la integralidad del análisis del ciclo de vida (ACV), desde la obtención de las materias primas hasta el tratamiento del residuo, las cosas son muy diferentes.

Fabricar un gramo de microchip requiere 800 gramos de combustibles fósiles, 36 gramos de productos químicos y 16.000 gramos de agua; en total 16.836 gramos de materiales. En cuanto a la generación de materiales secundarios, nos encontramos con un escenario parecido: para elaborar un gramo de chip de 32MB se generan 630 de materiales secundarios. Esta relación de 1 a 630 es muy alta si la comparamos, por ejemplo, con los coches, donde es de 1 a 2. La "ecoefficiencia" es, pues, muy baja. Los circuitos microelectrónicos, como son artefactos altamente organizados (de entropía muy baja), requieren una gran cantidad de energía y de materia para fabricarse. El estudio se efectuó cuando la electrónica se movía en una escala por encima de los 90 nanómetros (nm). Este año, los procesadores ya están por debajo de este índice e INTEL ya ha logrado fabricar chips con más de 500 millones de transistores y tecnología de 65 nm. Recientemente ya se ha anunciado el procesador con tecnología de 45 nm y 1.000 millones de transistores. Parece que este tipo de chip estará generalizado a finales del año 2007 o principios de 2008 y, siguiendo la [ley de Moore](#) sobre el proceso de miniaturización y de aumento de la potencia de cálculo, pasados dieciocho meses -a mediados del año 2009 o el 2010- los microchips se moverán por debajo de los 25 nm. Vamos, pues, hacia un escenario con unos utensilios nanoelectrónicos de consumo generalizado y vida útil muy corta que nos aportarán una nanochatarra o unos nanoresiduos cuya problemática y efectos ambientales aún no conocemos.

Los diseños de la electrónica de consumo y en especial de los ordenadores no están pensados para el aprovechamiento de recursos. Las cajas o carcasas no se adaptan a un estándar concreto y varían según los componentes que deben contener. Los fabricantes de productos cerrados tipo Apple, HP, Toshiba, etc. no se caracterizan por criterios ecológicos en su diseño, sino puramente estéticos. Por ejemplo, añadir tarjetas de memoria puede convertirse en una verdadera odisea, debido a que se prima la miniaturización del conjunto. El anclaje de los componentes parece estar pensado para sobrevivir a un viaje espacial, por lo que se requieren estructuras metálicas a menudo nada fáciles de separar. Por último, para minimizar los efectos

frente al riesgo de incendio, pueden emplearse sustancias tóxicas como los retardantes (ver más abajo) si son plásticos o revestimientos metálicos protectores. Por otro lado, hay muy pocos ejemplos en los que en el diseño de material informático haya prevalecido la usabilidad para futuras ampliaciones. Un buen ejemplo lo fueron los ordenadores Apple LC II, III y IV.

La cuestión del software del sistema operativo

Otro de los escollos para dar más tiempo de vida a un ordenador es el software del sistema operativo. Los dos grandes, Windows de Microsoft i MacOS de Apple se van actualizando con nuevas prestaciones, pero también precisan de procesadores más rápidos. Ahí, el sistema operativo de código abierto [Linux](#) (a parte de sus otras muchísimas ventajas) ha sabido crear un software que puede operar con máquinas que tengan procesadores poco rápidos y poca memoria, tanto de disco duro como de RAM. Esto permite que muchos ordenadores puedan alargar su vida simplemente cambiándose a Linux. Actualmente, paquetes ofimáticos en código abierto como [Open Office](#) (para sistema operativo Linux) o [NeoOffice](#) (para ordenadores Apple) han sido creados para estos sistemas y tienen prestaciones parecidas a las del Office de Microsoft. Lo mismo podemos decir de navegadores como el Firefox o el antiguo Mozilla, que tienen versiones para una gran variedad de sistemas operativos.

La política de sistemas operativos, sin embargo, está creando la necesidad de ordenadores nuevos sin que muchos usuarios aprovechen más que un pequeño porcentaje de su potencia. Cabría, pues, reclamar una política de *sistemas operativos básicos*. Lo curioso es que en el caso de Microsoft esto ya existe, solo que no es accesible a la mayoría. Se trata del [Windows Fundamentals para PCs Legacy](#), un sistema similar al XP SP2 pero que requiere tan sólo de 611 MB de espacio en el disco duro, un procesador de 300 Mhz y 64 MB de RAM.

Con estas características no es necesario comprar ordenadores con procesadores de 3Ghz, 2Gb de RAM y 80 Gb de para poder soportar los nuevos sistemas como Windows Vista, que necesita pedir muchos recursos al ordenador y lo hace más lento. Sin embargo, esta opción del Legacy está sólo autorizada a entornos corporativos. Uno se plantea que una política de sistema operativos básicos baratos y asequibles reduciría el pirateo entre los que han optado por Microsoft. Recordemos que Apple en este sentido tiene una política de sistemas operativos más asequible. El Mac [OSX Leopard](#) cuesta unos 129 euros. Optar por Linux - lo más aconsejable - se puede obtener sin coste en varias distribuciones como la popular [Ubuntu](#) o la [Puppy](#), para requerimientos bajos en el sistema. O sea que, a la hora de escoger un ordenador, quizás deberíamos también plantearnos que sistema operativo vamos a escoger. La opción de los pequeños ordenadores como el Mac mini es también interesante, porque minimiza por su pequeño tamaño el consumo de recursos y nos permite aprovechar otros elementos ya disponibles (pantallas, teclados, etc.).

La toxicidad de los equipos informáticos

Según un informe elaborado por la organización [Basel Action Network \(BAN\)](#), los países de Norteamérica han convertido esta región asiática en su particular 'cibervertedero', un lugar donde deshacerse de los residuos electrónicos de su mundo civilizado, pese a los riesgos para la salud y el medioambiente que ello causa en las poblaciones indígenas.

El problema latente de los residuos informáticos es que vienen cargados de estaño, cobre, plomo y arsénico en los tubos de rayos catódicos; cadmio, selenio, cobalto y cromo en las placas base; mercurio en las pilas y trióxido de antimonio utilizado como retardante de la combustión en cables, carcasas, etc., junto con retardantes polibromados en las cubiertas, cables y tableros de circuitos electrónicos... En fin, eso es lo que se conoce con seguridad, aunque hay quien no descarta que haya otros metales como oro, plata, etc.

Los principales componentes peligrosos de los ordenadores son:

- *Tarjetas de circuitos impresos*. Las tarjetas de circuitos impresos que incorporan componentes tales como relés de mercurio, pilas o baterías peligrosas, componentes con óxido de berilio (OBe) o cualquier otro componente clasificado como peligroso de acuerdo con la Orden 304/2002, son considerados lógicamente residuos peligrosos.
- *Lámparas fluorescentes y de descarga*. Es relativamente frecuente encontrar este tipo de lámparas actuando como lámparas de iluminación en la parte trasera de las pantallas de cristal líquido (LCD) de ordenadores portátiles también tipo (TFT, TFTT, etc.). Estas lámparas contienen mercurio y son, por lo

general, muy finas, muy delgadas y muy frágiles. El mercurio se evapora a temperatura ambiente con facilidad y, por tanto, es imprescindible realizar un desmontaje cuidadoso de las pantallas LCD para no romper los tubos fluorescentes y poder así desmontar sin daños el encapsulado de vidrio, que es lo mismo que decir "sin perder el mercurio" por transferencia al ambiente.

- *Plásticos que contienen sustancias bromadas.* En los aparatos eléctricos y electrónicos que deben superar pruebas de resistencia contra incendios (la gran mayoría), los plásticos que los constituyen (carcasas, tarjetas componentes, etc.) suelen incorporar aditivos para lograr superar la norma de seguridad correspondiente al país donde se venden. Los aditivos orgánicos bromados han sido y son utilizados ampliamente para estos fines. Entre la amplia familia de aditivos bromados que han sido empleados y se suelen encontrar en RAEE relativamente antiguos, hay tres que están considerados como peligrosos: el decabromo bifenilo, el pentabromo difenil éter y el octabromo difenil éter.
- *Componentes con óxido de berilio (OBe).* Estos componentes no están descritos en la lista del Anexo III (RD 208/2005). Son poco frecuentes, pero debido a su peligrosidad potencial es importante tenerlos en cuenta. El aspecto del OBe es el de una porcelana cruda, dura, de color blanco o rosado. A veces se ha mezclado polvo de OBe con siliconas para relleno de ciertos componentes electrónicos. Es buen conductor del calor y malo de la electricidad. En forma compacta es poco nocivo, aunque es importante manejarlo con guantes, pero en forma de polvo resulta muy peligroso. Se encuentran preferentemente en la electrónica relacionada con la emisión de ondas electromagnéticas con alta potencia.

Otros componentes presentes y regulados por el Anexo III del RD 208/2005 como, por ejemplo, pantallas de cristal líquido (exentas de tubos fluorescentes), tarjetas de circuitos impresos (exentas de componentes peligrosos), cables eléctricos externos y condensadores electrolíticos.

Por su parte Greenpeace dispone de un [informe](#) en el que se evalúa la política ambiental de las diferentes empresas del sector de la informática que puede ser útil para escoger máquinas que intentan al menos cumplir con un cierto compromiso ambiental.

¿Obsolescencia de las máquinas o locura consumista?

Un ordenador con un procesador 386 a 33 Mhz, con 4MB de RAM y 100MB de disco duro, del año 1990, operaba bajo Windows 3.1 y permitía un buen número de funciones. Un ordenador *Apple Macintosh* del mismo año, [un SE30](#), con un monitor de 9 pulgadas en blanco y negro con un procesador motorola de 68030 y coprocesador 68882 a 15'6 Mhz y 4 MB de RAM y disco duro de 40 Mb, permitía utilizar programas de maquetación como Adobe Page Maker 5.0 y Adobe Photoshop 2.5. Si le añadiéramos memoria, un disco grande y una tarjeta de red, tendríamos un servidor rápido y potente que cabe en cualquier sitio. Actualmente, le sobra potencia para procesar textos, telecomunicaciones (correo electrónico, navegación), etc. Curiosamente, ninguno de los sucesores de este Apple Macintosh, el Classic II, el efímero Performa 200 y el Color Classic (el primer compacto en color), lo igualaban en velocidad, a pesar de usar el mismo procesador a la misma frecuencia, pues los buses del sistema eran de 16 bits, en vez de 32. Originalmente venía con la versión 6.0.3 de MacOS, admitiendo hasta la versión 7.5.5. Estamos, pues, frente a un problema de diseño para facilitar la actualización del hardware.

Está claro que la *ley de Moore*, que predice que los microchips duplican su potencia cada dieciocho meses, es una realidad porque la industria la impulsa. Los recursos en investigación metidos en la electrónica e informática no tienen parangón en ninguna otra rama tecnológica. Así que los ordenadores acaban siendo basura aún siendo valiosos para lo que fueron creados. Por este motivo, algunas asociaciones recogen el material informático (ordenadores, impresoras, componentes...) para ser posteriormente acondicionado por voluntarios y entregado a ONG y organizaciones no lucrativas o a personas que los necesitan, que se encargan de colocarlos en proyectos sociales, educativos o de ayuda al Tercer Mundo. La [Fundación Bjo Bjo](#), por ejemplo, recoge ordenadores de empresas y particulares, los pone a punto y los cede a ONGs que los destinan a personas en riesgo de exclusión social. La asociación de usuarios de Linux de [Presencia Activa](#), que opera en Madrid, también recoge ordenadores de manera gratuita para donarlos a organizaciones sin ánimo de lucro, como hacen también los [Gulic](#) en Canarias o [Reciclanet](#) Elkarte Hezgarria (Asociación Educativa Reciclanet) ubicada en Bilbao, que tiene como fin el promover el uso de las

Tecnologías de la Información (TI) y también tiene un programa de recogida o reciclaje. Algunos ayuntamientos, caso de Zaragoza, tienen [un programa para reconvertir viejos ordenadores utilizando software libre](#). Aunque si realmente el material es totalmente obsoleto, lo suyo es llevarlo al punto verde, ecoparques, *garbigune* o *deixalleries*, como se conocen según la región de España los centros de recogida de material para reciclar. El material de los puntos verdes es recogido por empresas autorizadas.

Una experiencia real de reciclaje de un ordenador y algunas reflexiones

Este redactor tuvo la suerte de tener una "tostadora" Apple, nombre al que se daban a los Apple Macintosh como el SE30 adquirida en el 1990 y que se fundió definitivamente a principios del año 2001. Durante todo este tiempo trabajó sin problemas hasta el último momento, puesto que podía trabajar con el equivalente al Office 1998 y bases de datos como Filemaker 4.0. El ordenador dejó de tener recambios en el 1996. En realidad, tan sólo dejó de funcionar por desgaste de la placa de vídeo, de la que ya no había estoc. Este pequeño ordenador cambió sin duda la vida de muchos usuarios de la informática pues a los 30 minutos de adquirirlo, uno ya se manejaba con él.

Para conocer más de cerca la realidad de lo que hay dentro de un ordenador, aprovechamos la excusa de este reportaje para una práctica real, por lo que procedimos a abrir las tripas y desmenuzar un viejo hoy (en el año 2008) pero flamante entonces, Apple G3 a 300 Mhz de 1999. Las imágenes muestran el piecerío: la placa madre (con una batería de NiCd), la unidad CD rom, la fuente de alimentación, el altavoz, alguna placa complementaria, cables plásticos y estructuras metálicas. El tiempo de separación de todos los componentes fue de 40 minutos y se precisó tan sólo de un destornillador y una llave allen. Con esta separación, se pueden poner en uso como piezas de recambio la unidad CD rom, la fuente de alimentación, el disco duro (8 Gb) y el altavoz o el ventilador. La placa base y los cables, así como las estructuras metálicas, se han llevado a reciclar al punto verde y la carcasa se podría separar completamente para facilitar el reciclaje, pero hemos preferido conservarla para convertirla en una original caja para guardar cosas.

Pero, si bien esta máquina pasada a Linux podría tener todavía una larga vida, es evidente que la informática doméstica o de oficina no está todavía preparada para estas segundas vidas. Otro tema es, como hemos comentado, el tema del diseño industrial. Por ejemplo, esta máquina venía preparada para ser ampliada con SIMS de memoria, pero con limitación. También llevaba una ranura para mejorar la velocidad del procesador con una [tarjeta SONNET](#) y de este modo con una pequeña inversión (250 euros) mejorar la máquina, que lo convertiría en el equivalente de un Power Macintosh G4 a 1 Ghz. Lamentablemente, esta solución de *upgrade* o de mejora de un ordenador no es muy conocida pero es muy interesante, ya que como mínimo le permite alargar la vida un mínimo de dos años y trabajar con lo último del software ofimático.

Sin embargo, un iBook, uno de los pequeños portátiles de Apple Macintosh del 2001, venía con una placa de 128 Mb de memoria RAM y un *slot* de expansión pero que no soporta más que 512 Mb. El fabricante, en su momento, habría podido preveer poner en placa el máximo para el momento y dejar el *slot* libre con capacidad para 1 Mb, de este modo una máquina con el procesador G3 de 600 Mhz a 1,5 Mb de RAM podría ser actualizada con el sistema operativo como el *Panther* y se podría disfrutar del nuevo software nativo como las últimas versiones de Adobe. En fin, en un mundo en el que los ordenadores son parte inevitable de nuestra vida, deberíamos interesarnos un poco más por las posibilidades de ampliación de cara el futuro y someter a un *pressing* a los fabricantes para que dieran la posibilidad de alargar la vida a sus máquinas. Un pequeño ordenador como el SE30 o un iBook pueden perfectamente ser útiles más de 10 años para aplicaciones poco exigentes, con pequeñas inversiones periódicas, siempre y cuando el diseño hubiera sido concebido para durar. Lamentablemente, vivimos en un mundo en el que nos importa poco la durabilidad si lo conseguimos a precio de ganga, como puede ser un portátil PC por 500 euros.



Ver todas



Para saber más



English

Buscar

Ecología para ti: Consejo - Salud - Interrogantes - Diario

Solarizate: Cocina solar - Ingenios - Encuentro Solar - Actividades

Rehabilitar: Bioconstrucción - Madera ecológica - Vehículos - Mi huerto

Ver y leer: Libro - Película - Web - Fresa

Al día: Económicas - Alertas - Reportajes

Recurso: Revistas - Servicios - Artistas por la Tierra - Ecoproductos - Agenda - Boletín - Sostenibles

© Fundació Terra | [Contactar](#) | [Patrocinio](#) | [Condiciones de acceso](#) | [Protección de datos](#) |  Green Fan

Made with  Adobe