

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
COLEGIO UNIVERSITARIO DE CARACAS - MISIÓN SUCRE  
PROGRAMA NACIONAL DE FORMACIÓN  
EN SISTEMA Y INFORMÁTICA



**RECICLAJE Y REHUSÓ DE COMPUTADORAS  
COMO BENEFICIO AL MEDIO AMBIENTE**

**Autores:**

Yaddy Rangel

C.I. 16.307.413

José Gregorio Corzo

C.I. 16.038.871

Zulnivis Manrique

C.I. 18.499.500

# CAPITULO I

## Planteamiento del Problema

En las últimas décadas, hemos observado un incremento en el uso y dependencia de las computadoras. Esto nos presenta una encrucijada a la hora de decidir qué hacemos con las unidades y periferales que por el pasar del tiempo se vuelven "obsoletas". Se ha creado un nuevo tipo de desperdicio sólido --- un nuevo tipo de desperdicio que debe ser manejado de una forma diferente, debido a la diversidad de materiales que en él se encuentran. De ahí nace el término "compubasura": de un caso de mal manejo de desperdicios sólidos (que en algunas instancias se considera peligroso). Se denomina compubasura toda computadora, pieza de computadora, periferal o accesorio que ya no se usa, ya sea que esté almacenado o haya sido dispuesto por considerarse obsoleto.

La disposición de compubasura resulta un reto formidable debido a las características que este desperdicio posee. Tiene materiales que son reciclables y que pueden ser recuperados, a la vez que tiene materiales que son clasificados "obsoletos" por las agencias reguladoras. Si estos últimos fuesen dispuestos de forma inadecuada, podrían causar serios problemas ambientales, e inclusive podría amenazar la salud pública. Sin embargo, el aspecto más importante es que este recurso, si se maneja adecuadamente, podría extender la vida útil de estos artículos, logrando obtener unos recursos que de otra manera resultarían virtualmente imposibles de conseguir debido a su alto costo en el mercado.

También llamada la compubasura, se trata del problema tan esperado que se ha hecho evidente en los años recientes: la excesiva acumulación de equipos electrónicos en el mundo. Solo en Estados Unidos se compran alrededor de 22 millones de computadoras cada año y se estima que la disposición mundial de computadoras y sus periféricos habría alcanzado en el 2001 cerca de los 150 millones de unidades solo ese año a una tasa de crecimiento del 16% quinquenal . La rápida obsolescencia de los equipos de hardware se debe a un acelerado desarrollo de la tecnología disponible que ya por razones de mercado ya por requerimientos técnicos pierde compatibilidad con la tecnología anterior.

En principio el problema de acumulación de basura estaría afectando seriamente a los países desarrollados, que están implementando rigurosas políticas de disposición de desechos en vertederos. La tendencia ha sido retrasar la disposición, acumulando la basura electrónica en almacenes y garages, lo cual viene acompañado de un reciclaje a escala muy pequeña. Sin embargo, esta basura no podrá ser acumulada para siempre en estos almacenes. Así es como los que generan esta basura han apelado a dos medidas principalmente:

- Reuso y Reacondicionamiento que consiste en aprovechar el mismo computador con algunas modificaciones; y
- Reciclaje, que consiste en deshacer el computador hasta sus componentes y rehusar los mismos.

El caso de rehusó es uno que se practica normalmente dentro de las organizaciones y en países en transición, como Venezuela. Sin embargo, no es una fórmula sostenible debido a la presión que ejercen las prácticas comerciales de garantía y servicio, la compatibilidad tecnológica y la vida útil del equipo. Igualmente, la donación es incluso evitada por las organizaciones receptoras que no siempre están dispuestas a recibir equipos usados. Sin embargo, el tamaño del problema de basura electrónica es tal que los países desarrollados están definiendo estrategias que faciliten el rehusó como alternativa, y se han volcado a los países en vías de desarrollo como depositarios de esta tecnología. Si bien esto puede ser interpretado como una muestra más de que los países desarrollados ven a los menos desarrollados como sus vertederos, también existen realidades en nuestros países que suponen una oportunidad en usar tecnologías menos avanzadas.

Por ejemplo, existen numerosos casos que demuestran que adoptar una perspectiva tecnocentrista para proyectos de desarrollo social a menudo termina en fracaso. En nuestros países existen sectores socio-económicos con una importante brecha digital, a los cuales es difícil proponer el uso de tecnología muy avanzada. Adicionalmente, la falta de presupuesto algunas veces impide asumir los costos de

adquisición de equipos nuevos. En ambos casos, el uso de equipos rehusados es una alternativa.

Aún así, los equipos rehusados requieren la implementación de medidas adicionales que revitalicen el buen uso de los mismos. No se trata de simplemente donarlos: se trata de reacondicionarlos y de prolongar la vida y los servicios hasta que se asegure una correcta sustitución. De acuerdo a un informe (en preparación) realizado para una ONG holandesa, encontré que en Latinoamérica empiezan a evidenciarse algunos programas de mejores prácticas para el uso de equipos usados. Los más populares consisten en salas de computo para escuelas estatales (ej. Argentina, Colombia, y ahora Guatemala y República Dominicana) basados en los éxitos alcanzados en un proyecto canadiense. Otros programas, como en Brasil y un poco Ecuador, se asocian al fortalecimiento de sectores menos favorecidos liderados por organizaciones civiles e incluyen adicionalmente el uso de software libre, una fórmula que gana más interés día a día. El uso de este tipo de software promete ofrecer los mismos usos que el software tradicional ocupando menos memoria. Pero no parecen haber iniciativas serias de las organizaciones ambientalistas latinoamericanas.

Ahora bien, es importante resaltar que incluso un buen programa de computadoras reacondicionadas no acaba en definitiva con el problema de basura electrónica: simplemente extiende el plazo de desechar el equipo. De allí que también se piense en la alternativa de reciclaje.

El problema de la basura electrónica no es solamente la acumulación de unidades en los vertederos: las computadoras actuales están hechas con materiales difícilmente degradables e incluso tóxicos. La lista es larga: plásticos, incluyendo PBC; plomo en las pantallas; mercurio en los interruptores; berilio en los tableros; cromo, bario...

Como respuesta a este problema, los organismos de estado han pasado la responsabilidad a los productores, haciendo que ellos asuman las externalidades negativas de sus productos. Ahora bien, el rehusó, que no es más que prolongar la vida útil del equipo, aplaza el descarte de basura electrónica, no lo evita. Por otro lado, la industria de productos electrónicos basa su rentabilidad en la rápida obsolescencia. La respuesta? El rediseño de sus productos para hacerlos reciclables. Hoy la industria de

reciclaje de equipos electrónicos está ganando relevancia en algunos países desarrollados y en transición. Esta industria está recibiendo el apoyo de los productores de computadoras, tales como HP y Dell. Un reciente artículo en la prensa nacional menciona las estrategias de los fabricantes para recuperar el equipo y reciclarlo.

La industria de reciclaje puede llegar a ser provechosa. El reciclaje de equipos electrónicos tiene diferentes niveles de complejidad: empezando desde partes enteras, como los minicomponentes electrónicos todavía útiles, hasta la recuperación de sustancias y compuestos, tales como plásticos y metales. Muchos de los elementos mencionados son de alto valor agregado, como oro y paladio. Incluso se puede encontrar oro en los circuitos impresos de las computadoras: por cada tonelada de equipo se pueden extraer 100 gr de oro. Aún así, existe un problema: los costos de extracción son altos tanto que reciclar en USA cuesta 10 veces más que mandar los equipos desechados a vertederos ilegales en China y los procesos pueden ser muy contaminantes. En los países asiáticos el reciclaje se corresponde con políticas ambientales muy blandas. Tal vez habrá que esperar a que la industria modifique las especificaciones de sus equipos para utilizar sustancias menos tóxicas, como plomo o PBC, aunque eso tomará algún tiempo y los equipos viejos aún estarán allí.

Que queda para Venezuela? En realidad, el actual consumo de equipos electrónicos (incluyendo televisores, radios y teléfonos) es muchas veces inferior al de países desarrollados. Pero no es pequeño. En el caso de las computadoras, por ejemplo, datos recientes sugieren un consumo de 700 mil unidades anuales creciendo a 2.5% al año (en base a datos de CAVEDATOS).

Estamos preparados para manejar nuestra basura electrónica? Las políticas nacionales en materia de manejo de desechos sólidos y en particular de equipos electrónicos existe pero no es muy avanzada, y lo que a veces parecen medidas de manejo son en realidad el resultado de factores económicos desfavorables. Por ejemplo, debido a los costos de adquisición de nuevos equipos, es normal que se intente prolongar la vida útil de los viejos mediante el rehusó, pero esto es basado en la necesidad más que en la planificación. Existe también una política de recolección de desperdicios, pero estos van directamente a los vertederos. El reciclaje de estos productos es otra cosa. Por ejemplo, aunque muchos lo llaman así, en Venezuela no existe realmente una industria de

reciclaje. Los llamados cartuchos de tinta reciclados son realmente rehusados. En todo caso, reciclaje es una industria riesgosa y debe ser vista con cautela.

En conclusión, es tiempo de que se empiece a considerar el problema y empezar a pensar de manera ordenada cuáles deben ser las estrategias que deberemos implementar para abordar uno de los problemas que nos esperan en el futuro: la basura electrónica es una amenaza real. Qué hacer a nivel municipal, regional y nacional? Cuál rol a nivel internacional? El creciente uso de equipos electrónicos es algo inminente y es mejor estar preparados para ello.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Reciclar y rehusar de computadoras como beneficio al medio ambiente

### **Objetivos Específicos**

- Reducir la generación de compubasura
- Crear programas de educación a la comunidad para establecer planes de reducción de contaminación debido a la compubasura
- Crear como programa fundamental de reasignación de computadoras la elaboración de laboratorios de informática para el Programa Nacional de Formación en Sistema.
- Crear programas que incentiven a las empresas publicas y privadas y demás instituciones que donen sus equipos desechados con el fin de equipar a escuelas, liceos y universidades a nivel municipal, regional y nacional
- Reducir la cantidad de compubasura que llega a los vertederos.

## JUSTIFICACIÓN

La disposición de compubasura resulta un reto formidable debido a las características que este desperdicio posee. Tiene materiales que son reciclables y que pueden ser recuperados, a la vez que tiene materiales que son clasificados “obsoletos” por las agencias reguladoras. Si estos últimos fuesen dispuestos de forma inadecuada, podrían causar serios problemas ambientales, e inclusive podría amenazar la salud pública. Sin embargo, el aspecto más importante es que este recurso, si se maneja adecuadamente, podría extender la vida útil de estos artículos, logrando obtener unos recursos que de otra manera resultarían virtualmente imposibles de conseguir debido a su alto costo en el mercado.

Aunque la problemática sobre cómo disponer del equipo de computadoras es una real desde finales de la década de los ochenta, no se ha logrado crear un proceso de reciclaje eficiente. Aún cuando la computadora sea reciclable, no existe el lugar donde pueda ser llevada, ni la infraestructura para disponer del equipo. Esto se refleja en el intento de la ICL, industria encargada de la manufactura de computadoras en Inglaterra, por ofrecer un producto que fuera efectivamente reciclable. ICL informó en 1993 que sus nuevas computadoras personales eran 95% reciclables, sin embargo, ni la industria ni el gobierno tenían la infraestructura preparada para procesar el equipo que ICL le llevaba para reciclar (Johnston, 1993). Luego de varios estudios realizados en países tales como Alemania y Francia, en los cuales se analizó la generación de este tipo de desperdicio, se vió la necesidad de crear programas para manejarlo. Entre los datos obtenidos, se determinó que en la antigua Alemania Occidental se generaban más de 800,000 toneladas anuales de compubasura y hoy continúa aumentando (Johnston, 1993). Según un estudio realizado por la Carnegie Mellon University, en 1995 solamente se descartaron 25 millones de computadoras y se proyectaba que para el año 2001 se estarán descartando 150 millones de computadoras a nivel mundial. Según muchos consultores industriales, el 75% del desperdicio se encuentra almacenado en desvanes, sótanos y/o garajes.

Buscando una solución a este problema de disposición, ciertas organizaciones ambientalistas han creado una estructura de reciclaje que reduce los desperdicios en la

fuerza y permite que lo que no se pueda reducir se recicle. La efectividad de esta estructura de reciclaje es casi total según la compañía Summit's Electronic Recycling.

Ellos reclaman que han logrado que solo la mitad del 1% de los materiales que procesan terminen en los rellenos sanitarios. Esta estructura de recuperación, reducción y reciclaje se compone de 4 partes:

- **Rehusó:** Utiliza las partes o componentes de otros sistemas para mejorar el propio. Crea productos nuevos usando las partes que no se puedan usar según el diseño original; puede crear libretas, carpetas y joyería.
- **Reducción:** Considera alquilar o mejorar computadoras en vez de comprar nuevas. Comparte la computadora propia y compra sólo el equipo que necesita.
- **Donación:** Dona el equipo a un vecino, a escuelas, a caridades o a cualquier otra persona o entidad que necesite el mismo.
- **Reciclaje (desmanufacturación):** Luego de desmontar el equipo, el metal, el plástico y el vidrio se procesan para ser reusados. No descarta computadoras que no se puedan reparar o componentes que no se necesiten, sino que los lleva a los centros de acopio. Sin embargo, es la alternativa más cara.

Las computadoras son instrumentos que se deben manejar de forma diferente a otros materiales que se van a reciclar. Esto debido a su composición interna que consiste de varios tipos de materiales, a su vez reciclables individualmente (Gosch, 1992). En la mayoría de las computadoras existen los siguientes materiales en proporciones similares a las siguientes:

- Acero y metales no ferrosos 40% a 70%
- Cables y alambres 1.5% a 6%
- Tubos de despliegue Hasta 6%
- Materiales termoplásticos Hasta 20%
- Mezclas de plásticos 1.5% a 6%
- Materiales especiales (baterías, entre otros.) 0.3% a 0.5%



Entre los componentes para los cuales se está pidiendo regulación en su método de disposición se encuentran los circuitos impresos (“Printed Circuit Board”). Si se recuperan los metales de los circuitos sin indicaciones adicionales, estos podrían disponerse en los vertederos sin aplicarse regulaciones de desperdicios peligrosos.

Algunas de las de las sustancias peligrosas que podrían estar contaminando nuestras aguas subterráneas silenciosamente son el plomo y el PCB; el plomo se encuentran en los cristales de los monitores y el PCB en algunas piezas eléctricas. Debido a la presencia de estas sustancias muchas compañías desmanufacturan el monitor y envían el cristal a hornos (“Smelters”) para su disposición final segura. Por eso, entre otras razones, se debe proceder a crear programas especializados para la disposición de equipo en forma segura para la salud y el ambiente. La reglamentación ambiental ha comenzado a estar consciente de ello, aunque todavía queda trabajo por hacer.

En 1994 entró en vigor la primera ley que obligo y regulo la disposición y el manejo de la basura electrónica, la cual fue creada en Alemania. Esta legislación dió origen al documento “Directiva para la reducción, minimización y reciclaje de materiales usados en equipo electrónico y eléctrico” (Gosch, 1992). Aún cuando en los Estados Unidos no se ha legislado como en Alemania, se han creado regulaciones a nivel estatal que sin estar enfocadas a reciclar el equipo en su totalidad, comienzan a dar énfasis al reciclaje de baterías de cadmio y níquel (Taff, 1992), en Venezuela no se ha creado regulaciones con respecto a este tipo de material. En medio de esta regulación general, la alternativa de manejo aquí propuesta podría ser un buen punto de partida.

Después de todos estos cambios, la industria ha comenzado a cooperar en este esfuerzo mediante el uso de material reciclado en la manufactura de productos nuevos. Entre las primeras compañías que han seguido esta tendencia se encuentran IBM y Hewlett Packard, las cuales empezaron a manufacturar sus modelos de computadoras y periferales con 25% de plástico reciclado (Moore, K. 1995). El proyecto de reciclaje de Hewlett Packard ha demostrado que su tipo de programa puede traer economías a las industrias y, a la par, mantener una alta calidad en el producto. Se estima que la compañía utilizará en las fases iniciales 5% de plástico reciclado (Moore, K, 1995), porcentaje que aumentará en la medida que el público se involucre más en el programa.

Es, sin embargo, interesante señalar la falta de cualquier tipo de dato numérico concreto tanto respecto al aspecto negativo como al positivo de este tipo de iniciativa en Puerto Rico, obviando la compubasura como el problema serio de manejo que evidentemente es.

Luego otras compañías tales como AT&T, Digital, y UNISYS crearon sus propios programas de recuperación. El problema de estos programas es su aplicación a los consumidores, ya que el involucramiento del fabricante termina con la venta del equipo. En la actualidad el Primer Taller Internacional: Diálogo norte-sur sobre experiencias de reciclaje y reacondicionamiento en conjunto con el Ministerio de Ciencia y Tecnología incentivo un diálogo donde se trataron temas sobre las experiencias de reciclaje y reacondicionamiento de computadoras el cual es una iniciativa de SUR Corporación de Estudios Sociales y Educación (Santiago, Chile), con el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC)/Pan Américas, y del Instituto para la Conectividad en las Américas (ICA), y que se llevó a cabo en Santiago de Chile, en diciembre de 2005.

Este evento hizo parte de las actividades del proyecto "Investigación Aplicada sobre Reciclaje de Computadoras", que actualmente se está implementando en esta institución. Esta iniciativa estaba enfocada a explorar los retos y oportunidades ocasionados por el exceso de equipos (PC) en naciones industrializadas, su envío potencial en tanto material obsoleto a países de Latinoamérica y del Caribe, y las consecuencias ambientales de regulación y de mercado que esta transferencia puede implicar para el desarrollo de la Región.

En conclusión la actividad de este proyecto socio tecnológico se justifica en el propósito como eje fundamental el equipamiento de laboratorio de computación y arquitectura a los estudiantes del Programa Nacional de Formación de Sistema y Informática de el Municipio Alberto Adriani así como también dotar de equipos de computación a instituciones educativas y agrupaciones de servicio comunitario, utilizando máquinas desincorporadas por empresas privadas, instituciones públicas, organizaciones del tercer sector y particulares. También se quiere como futuros profesionales de Ingeniería de Sistema vincular efectiva a la comunidad con las tecnologías de la información y la posibilidad de realizar un uso productivo de las mismas, supone obligadamente la transferencia de conocimiento a través de un proceso de formación

adecuado a las características y necesidades reales de los usuarios. El desarrollo de este proceso de formación, aspecto tan o más importante que la provisión de la plataforma tecnológica de equipos, dispositivos y accesorios, representa para Vía Tecnológica el componente medular en la perspectiva del éxito de las diferentes acciones. A tal fin, Vía Tecnológica desarrolla metodologías y contenidos para la enseñanza - aprendizaje del conocimiento informático, altamente innovadoras, ajustadas a las necesidades específicas de los usuarios - receptores de los equipos.

### **LIMITACIONES**

Las limitaciones posibles que se encontraran para poder realizar este proyecto será la concientización de la población en el área de reciclaje y rehusó de equipos, donde lo fundamental será que las empresas privadas, públicas y personas particulares, donen los equipos que no usan.

### **ALCANCES**

Como principal alcance que tendremos es que podremos crear laboratorios para realizar practica a los estudiantes del Programa Nacional de Formación en Sistemas y Informática, otro alcance será dirigida directamente a las comunidades que se beneficiaran con el rehusó, como son instituciones de enseñanzas, consejos comunales y demás.