

VINCULACIÓN DEL SECTOR EDUCATIVO, PRODUCTIVO Y GUBERNAMENTAL PARA CONTROL DE RAEE

DIANA B. HERNÁNDEZ-BARAJAS

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Nogales, México
dbhernandezb@gmail.com

ADRIANA GUERRERO-MARTÍNEZ

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Nogales, México
agm1804@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de este documento es dar a conocer las distintas gestiones y actores para la realización de un sistema que permita a los laboratorios químicos de Nogales un manejo adecuado de RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos). Lo anterior se logró a través de la vinculación del sector productivo, específicamente en el ramo de la química; el educativo en sus distintos niveles académicos y el gubernamental a través de diferentes instancias tanto nacionales como internacionales. El sistema para control de RAEE que se diseñó permitirá a los responsables de los laboratorios químicos mantenerse actualizados en la adquisición de tecnología de una forma sustentable, mientras que en el sector académico se logró una participación activa no solo en aspectos relacionados con el cuidado al medio ambiente, sino también, en el desarrollo de competencias necesarias para una formación profesional integral en estudiantes de nivel superior. Durante este trabajo se logró la participación activa de más de 125 estudiantes, una institución de nivel superior, tres de nivel medio superior y una de nivel secundaria, 13 empresas, dos Asociaciones Civiles, seis instituciones de gobierno a nivel nacional y una a nivel internacional. Se lograron tanto beneficios sociales, como económicos y ambientales en los diversos sectores involucrados.

Key words: RAEE, residuos electrónicos, reutilización, vinculación, sustentable.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la basura electrónica se ha vuelto un nuevo desafío para el medio ambiente, constituye la porción de los residuos sólidos urbanos que más creció en las últimas décadas, debido a la constante innovación tecnológica, que posibilitó que tecnologías que al principio eran caras y orientadas a un público especial y reducido, sean hoy baratas y fácilmente utilizables en la vida cotidiana. Estos residuos aportan la mayor cantidad de metales pesados y sustancias contaminantes al ambiente, ya que contienen entre sus componentes materiales y sustancias que son tóxicos, persistentes en el ambiente, dañan la capa de ozono y tienen la capacidad de acumularse en los seres vivos y por lo tanto pueden llegar al ser humano a través de la cadena alimentaria, consumo de agua o aire contaminado. Ejemplos de estas sustancias son los metales pesados como el cadmio,

plomo, mercurio, berilio, arsénico, selenio, cromo; solventes volátiles halogenados precursores de dioxinas y furanos usados como retardantes de flama como el metilcloroformo, bifenilos policlorados (BPCs) y éteres bifenilos polibromados (PBDEs); así como materiales plásticos y vidrio (Gavilán García, 2009).

Esta problemática ha provocado que a nivel mundial se busquen soluciones que consideren el esfuerzo de las 3R (Reducción, Reutilización y Reciclado). En la jerarquía de gestión de residuos, el principio de 3R dice que primero Reducir, segundo Reutilizar y tercero Reciclar (Anahide, 2007). Por lo tanto, la primera prioridad para combatir el problema de la basura electrónica debe ser reducir su generación. Un ejemplo se presenta cuando los consumidores a menudo compran computadoras nuevas para obtener un modelo más nuevo, no porque su computadora actual esté rota. Si la vida útil de la PC pudiera prolongarse, se generarían menos residuos electrónicos; sin embargo, hay obstáculos que interfieren con el mercado de materiales de segunda mano. Otro factor que desalienta la reutilización es la dificultad de diferenciar los residuos electrónicos reutilizables de los residuos electrónicos no reutilizables. Una diferenciación apropiada podría así ayudar a promover la reutilización (Terazono et al., 2006).

Desde el punto de vista ambiental, es importante fomentar la práctica de la reutilización antes que el reciclaje, ya que la reutilización permite ahorrar más material y energía (Terazono et al., 2006, Williams et al., 2008). De acuerdo con Williams y Sasaki (2003), el potencial de ahorro energético de la reventa o modernización de una computadora es entre cinco y veinte veces mayor que su reciclaje, por lo que se sugiere fuertemente que las estrategias de manejo para la electrónica de desecho enfatizan en la extensión de la vida útil. Con la reutilización, se utiliza menos materia prima, lo que economiza recursos en la tierra y la contaminación derivada de la extracción de materias primas, la fabricación y el reciclado/disposición se reducen (BAN, 2005).

Alentar la reutilización también tiene ventajas sociales. Las actividades de reacondicionamiento presentan un bajo riesgo para los trabajadores. En la mayoría de los casos, una computadora personal puede ser desmontada y reensamblada utilizando herramientas manuales, por ejemplo, un destornillador, y no hay preocupaciones ambientales especiales con tal reparación y remodelación (OCDE, 2003). No es necesario conocimientos profundos en electrónica, ya que esta práctica se enfoca en las propiedades exteriores de los equipos (Kim, 2011) y desensamblar en componentes básicos solo requiere de herramientas de mano básicas. Además, la renovación ofrece a las personas desfavorecidas computadoras baratas, ayudando así a reducir la brecha digital (Anahide, 2007). Los objetos usados pueden hacer la diferencia entre acceso e indisponibilidad. Los ordenadores personales, en particular, son importantes para el desarrollo social y económico, son clave en el funcionamiento de las empresas modernas y desempeñan un papel importante en la educación.

Desde el punto de vista internacional, la vida útil de los productos, a través de la reutilización, puede extenderse; los bienes de segunda mano baratos todavía se pueden utilizar en muchos países receptores, incluso si los bienes se consideran obsoletos en los países exportadores. Esto no sólo aumenta la eficiencia en la utilización de los recursos, sino que también proporciona beneficios a las personas de los países importadores (Terazono et al., 2006). La reutilización de computadoras y componentes es parte de la cadena de suministro inversa y, por tanto, está conectada a la

mitigación de los impactos del ciclo de vida. Las actividades de reutilización y reciclaje están creciendo, especialmente en los países en desarrollo (Williams et al., 2008)

Ibrahim et al. (2014), realizaron un estudio en el cual se muestra que después del primer uso, las opciones para las vías de flujo son el almacenamiento y la reutilización, después de lo cual los electrónicos obsoletos o RAEE se eliminan o se almacenan antes de su eliminación. Con el fin de poner en marcha un programa eficaz de gestión de desechos electrónicos en el país, es esencial que al público se le aclare sobre los peligros de la eliminación inadecuada de los residuos electrónicos, deberían establecerse centros de recogida de residuos electrónicos, prohibir los desechos electrónicos con desechos municipales. Asimismo, se debe dar algún tipo de incentivo a los consumidores para que los animen a llevar su electrónica fuera de uso a los centros de recolección cuando estén establecidos (Ibrahim et al., 2014).

En relación al reciclaje, se ha encontrado que su eficiencia está claramente limitada por el almacenamiento. La vida media de un equipo está disminuyendo, lo que significa que hay más y más computadoras que se reemplazan. Los ordenadores antiguos no pueden almacenarse para siempre debido a la falta de espacio, pero también hay una pérdida de su valor funcional y material. El valor potencial para el segundo uso disminuye con el tiempo de almacenamiento, ya que el equipo se vuelve cada vez más obsoleto. Por ejemplo, el primer propietario utiliza su PC para un período de tiempo promedio de tres años (Widmer, Oswald-Krapf, Sinha-Khetriwal, Schnellmann & Boni, 2005; Widmer & Lombard, 2005). Después de lo cual la mayor parte del equipo todavía podría reutilizarse en lugar de ser reciclado directamente. Como consumidor privado, puede ser conveniente almacenar la computadora por algún tiempo, o disponerla en el sistema municipal de recolección de residuos sólidos. Pero cuando hablamos de muchos cientos o incluso miles de ordenadores, la necesidad de una solución adecuada parece obvia (Anahide, 2007).

En este trabajo se buscó realizar una aportación a la disminución de la generación de RAEE, a través de un sistema basado en la reutilización, este sistema a su vez, se fundamentó en la gestión y vinculación de tres sectores de importancia, educativo, productivo y gubernamental. El cual tuvo como enfoque la solución de almacenamiento excesivo de equipo electrónico en el sector productivo, para este trabajo, los laboratorios químicos de Nogales, representados por el Colegio de Químicos de Nogales, para los cuales la tecnología se ha vuelto indispensable, ya que a través de una diversidad de equipo electrónico es posible mejorar la calidad de los servicios; sin embargo, es equipo muy específico en su diseño y composición. De aquí que haya sido necesario involucrar a diferentes actores de cada uno de los sectores mencionados. Este proyecto buscó, además, fomentar la motivación de los jóvenes estudiantes en la puesta en marcha de proyectos que busquen propuestas para la minimización y adecuado manejo de RAEE involucrándolos así en la protección al medio ambiente de una manera práctica.

2. METODOLOGÍA

Para establecer el sistema de control de RAEE, basado en la reutilización, se definieron 3 actores principales que fueron, los proveedores de los equipos en desuso, es decir, quienes entregaron los RAEE; un intermediario, que fue el vínculo entre proveedor y usuario; y finalmente los usuarios de RAEE, quienes prolongaron el periodo de vida del equipo en desuso.

Para dar inicio al proyecto, se formó primeramente el equipo de trabajo, el cual fue creciendo conforme el proyecto fue evolucionando, posteriormente se dio paso a un diagnóstico que permitió conocer el estado cuantitativo y cualitativo de la acumulación de RAEE en los laboratorios químicos de Nogales, al mismo tiempo se realizó la recolección y durante estas actividades se inició el proceso de difusión del proyecto para ir identificando a posibles usuarios. Una vez finalizada la etapa de diagnóstico y recolección se dio paso a la donación de los equipos; sin embargo, habiendo interesados en la reutilización de RAEE y estando estos disponibles para ser entregados, sin haber finalizado la recolección, se aprovechó la oportunidad de entregarlos. A continuación, se describen cada una de estas etapas.

Formación del equipo de trabajo

Los primeros jóvenes involucrados en el proyecto, fueron seis estudiantes de servicio social del Instituto Tecnológico de Nogales (ITN) y en un siguiente semestre se invitó a otros dos, todos ellos de la carrera de Ingeniería en Gestión empresarial (IGE). Fue necesario involucrar a una institución de gobierno; ya que, uno de los requisitos del servicio social, es realizar este en una institución de gobierno, no es permitido realizarlo en el sector productivo. Para dar cumplimiento a este requisito se gestionó un vínculo con el H. Ayuntamiento de Nogales, Son., en el Departamento de Ecología y el nombre del proyecto de servicio social se denominó “Apoyo en actividades para manejo integral de RAEE”

Como una estrategia para mantener la motivación en la participación de los jóvenes se les dio identidad mediante un nombre de equipo y logotipo, este último con un enfoque sencillo para lograr llegar a jóvenes de los distintos niveles académicos. La constitución del equipo juvenil fue apoyada formalmente por el Colegio de Químicos de Nogales, quienes fueron los promotores del proyecto y se definió como área de trabajo, un espacio tipo oficina que se encontraba en ese momento en desuso, ubicada en el edificio G del ITN.

A partir de aquí el equipo de trabajo se constituyó por profesionistas químicos y estudiantes de nivel superior y cuyos objetivos fueron:

Objetivo general

Promover la reutilización de RAEE de los laboratorios químicos de Nogales a través de la vinculación con el sector productivo y académico en la ciudad de Nogales, Sonora.

Objetivos específicos

- a) Dar a conocer el grupo de trabajo difundándolo en diferentes foros.
- b) Recolectar los RAEE de un sector de la ciudad.
- c) Visitar escuelas de la ciudad y ofrecer equipo en desuso, proveniente de laboratorios químicos, para reutilización.
- d) Realizar vinculación de los departamentos académicos del ITN, para promover la reutilización de los RAEE reubicándolos dentro de la misma institución.
- e) Realizar un concurso de reutilización de RAEE generando prototipos.

En la figura 1 se muestra el equipo de trabajo, jóvenes participantes en las distintas actividades y profesionistas químicos en una presentación de avances de actividades, durante una sesión del Colegio de Químicos de Nogales.

Figura 1. El equipo de trabajo reunido mostrando avances



Determinación y diagnóstico de los proveedores de RAEE

El Colegio de Químicos de Nogales, siendo del sector productivo, fue el principal proveedor de RAEE desde el momento en que fue el promotor del proyecto. Por lo anterior, el criterio de selección para el sector productivo fue, el pertenecer al Colegio de Químicos de Nogales, una vez atendidos estos laboratorios se consideró a los que no pertenecen al Colegio de Químicos. Se consideró también al sector educativo y el sector gubernamental, el criterio de selección para el sector educativo fue la cantidad de estudiantes atendidos y nivel académico, ya que, a mayor número de alumnos y más nivel educativo mayor oportunidad de contar con laboratorios de química; los laboratorios clínicos del sector gubernamental fueron considerados, pero no se tuvo ningún criterio para su selección.

Para llevar a cabo esta actividad, se recabó información acerca de los laboratorios químicos establecidos en la ciudad de Nogales, en los diversos sectores, mediante la búsqueda en el directorio telefónico local, así como utilizando información proporcionada por el Colegio de Químicos de Nogales.

El diagnóstico se realizó utilizando un formato que proporcionaba los siguientes indicadores:

- a) Categoría a la que pertenecen los residuos electrónicos, según directiva de la Unión Europea (European Parliament and the Council of the European Union, 2003)
- b) Tiempo de almacenados (en años)
- c) Cantidad
- d) Lugar de almacenaje
- e) Observaciones (funciona o no funciona)

Para llevar a cabo el diagnóstico fue necesario una capacitación introductoria que consistió en dar a conocer a los responsables de los laboratorios químicos los antecedentes para el manejo de RAEE y el plan de trabajo para realizar visitas y recolectar el equipo en desuso, considerado como RAEE, indicando las rutas de trabajo, las cuales fueron planeadas a partir de la ubicación de los establecimientos, fecha y hora de la visita que se definieron contactando a los responsables de los laboratorios, previamente a la capacitación.

Almacén y reutilización de RAEE

A partir de la recolección, se realizó el almacenamiento del equipo en desuso, donde se definieron zonas con cinta de color, cada zona contó con un letrero de la categoría de RAEE a la cual pertenecía el equipo recolectado. En las figuras 2 y 3 se muestran el área de almacén.

Figura 2. Área de almacén donde se aprecian las distintas zonas con equipamiento

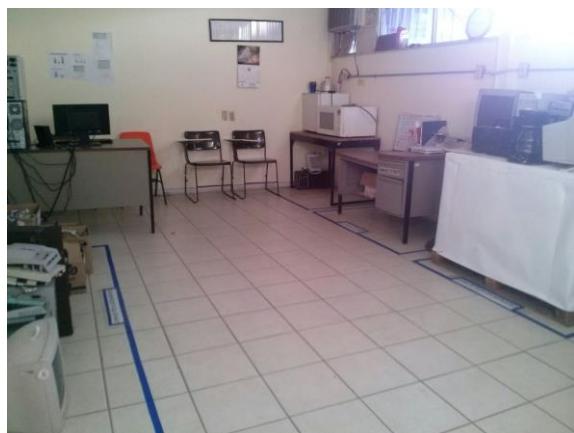


Figura 3. Área de almacén donde se muestra la zona de instrumentación médica



Al ingresar al almacén, cada equipo era pesado y se revisaba la funcionalidad del equipo, para ser registrado posteriormente en un inventario, realizado en hoja de cálculo de Excel, que contenía el nombre del proveedor de RAEE (primer usuario), nombre del equipo, peso y funcionalidad.

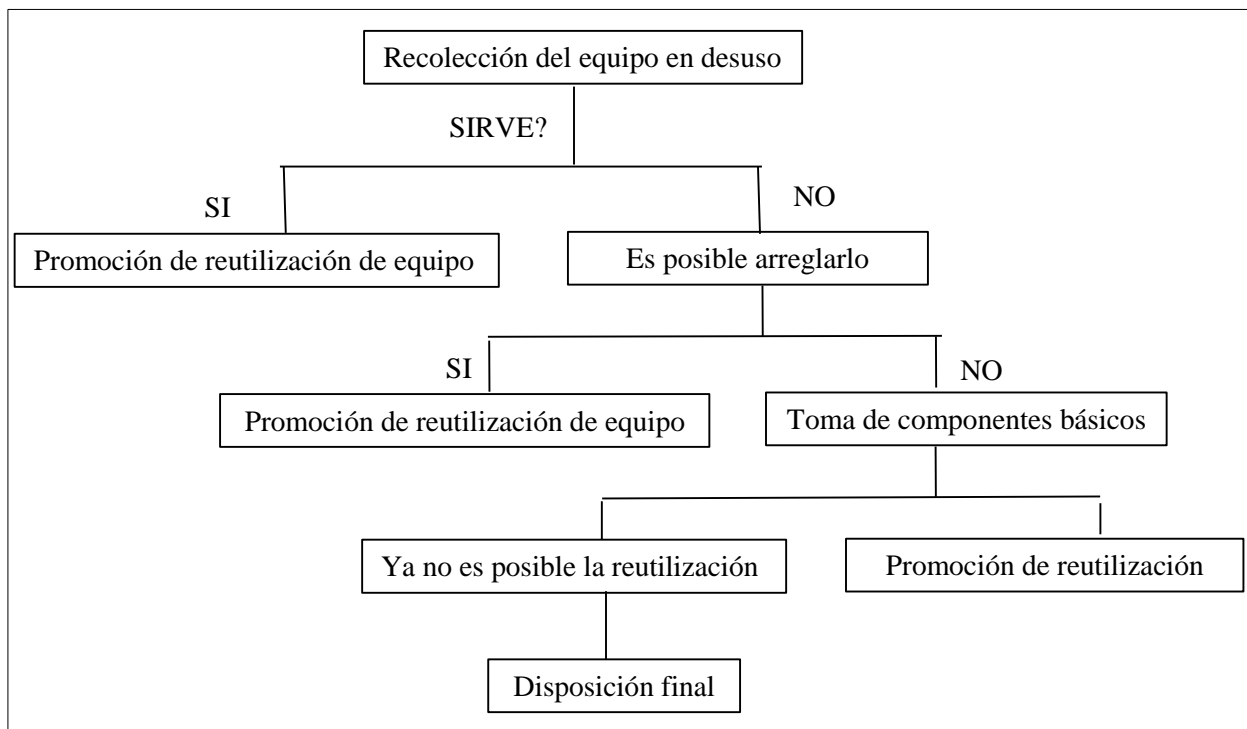
En el almacén se procedió a la identificación del equipo viable de donación, mediante el procedimiento que se muestra en la figura 4. Se buscó como primera opción la reutilización como pieza completa para alargar su tiempo de vida útil; en segundo lugar, si el equipo no funcionaba o era obsoleto se buscaba reutilizar componentes básicos que pudieran ser útiles como refacciones y sino era posible se recurría a la disposición final.

Una vez realizado el diagnóstico e inventario, se estableció el criterio de donación para equipo completo, siendo este, escuelas en las cuales se impartían actividades, talleres o carreras en las que el equipo a donar pudiera ser útil.

Para proceder a la donación se realizaron dos catálogos de equipos, un *catálogo de control interno* y un *catálogo de salida*. Ambos catálogos contenían el nombre del equipo, el modelo, marca, número de serie, estado general del equipo, una breve descripción del mismo y una imagen de

ellos, la diferencia consistió en que el *catálogo de control interno*, indicaba los equipos que habían sido donados, los que aún estaban disponibles y los que estaban incompletos, este catálogo solamente era utilizado por el equipo de trabajo y como su nombre lo indica, permitía el control de los equipos que entraban y salían. Mientras que, el catálogo de salida contenía solo la información de los equipos que iban quedando disponibles para su donación como pieza completa y era mostrado a posibles receptores de RAEE, ya sea entregándolo de manera personal o enviándolo por correo electrónico. Este último se actualizaba conforme se donaba algún equipo, de manera que se daban a conocer solo los equipos en existencia. Además, se dio a conocer un horario de atención a estudiantes, en el área de trabajo, para interesados en reutilizar RAEE.

Figura 4. Procedimiento de identificación para donación o disposición final.



La toma de componentes básicos del equipo se llevó a cabo con herramientas manuales, tales como desarmadores o pinzas, tomando en cuenta las recomendaciones de la empresa Transformadora de México y la referencia Cui y Roven (2011), al igual que su clasificación y se realizó un inventario de estas piezas. Para los equipos incompletos o piezas provenientes de ellos el criterio de donación fue que, además, de ser escuelas en las cuales impartían actividades, talleres o carreras en las que el equipo a donar pudiera ser útil, estas fueran escuelas de nivel superior.

3. DESARROLLO DEL ESTUDIO

DETERMINACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LOS PROVEEDORES DE RAEE

El total de laboratorios que fueron visitados fue 16, de los cuales 12 laboratorios pertenecían al sector productivo entre colegiados y no colegiados, 4 pertenecieron al sector gubernamental y académico. De los anteriores, aportaron a la recolección de RAEE 9 laboratorios del sector productivo y uno del sector académico. No fue posible la recolección en ninguna institución de gobierno debido al proceso establecido para dar de baja los equipos y su posterior entrega para reutilización o disposición final, que lleva un procedimiento administrativo que en algunos casos puede tomar hasta tres años según lo determinado por la Secretaría de Educación y Cultura. (SEC, Subdirección de Activos fijos). Una situación similar ocurre con los equipos eléctricos y electrónicos de la Secretaría de Salud, según las Normas para la administración y baja de bienes muebles de las dependencias de la Administración Pública Federal, por lo que no fue posible su participación en el proyecto. (Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo).

Los resultados obtenidos en el diagnóstico fueron los siguientes: total de equipos en desuso recolectados 106, total de kilogramos recolectados 798.6, total de laboratorios químicos participantes 10.

Los equipos que se recolectaron fueron de las siguientes clasificaciones: Equipo de telecomunicaciones 48, Instrumentación medica 49, Instrumentos de control y monitoreo 3, Consumidores 2 y Electrodomésticos pequeños 4, no se recolectó ningún equipo de las categorías de Dispensadores automáticos, Herramienta eléctrica y electrónica, Electrodomésticos grandes y Equipo de iluminación. Del total de equipos recolectados, 63 funcionaban y 43 no funcionaban. En relación al almacenamiento de los equipos dentro de los laboratorios químicos, éste se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Tiempo de almacenamiento de equipo en los laboratorios participantes.

Tiempo de almacenaje (meses/años)	Cantidad de equipo
0.6	3
1	7
2	8
3	3
4	2
5	15
6	2
7	1
8	8
9	2
10	19
12	18
15	8
20	7
30	3

La mayoría de los equipos estuvieron almacenados en los laboratorios entre cinco, diez o doce años, muchos de ellos funcionaban, pero no fueron utilizados porque para el primer usuario la demanda para atender pacientes fue en aumento (en el caso de laboratorios de análisis clínicos)

obligándolos a sustituir sus equipos, en escasas situaciones el equipo se dejó de usar porque el fabricante dejó de producir los suministros para su uso. En la figura 5 se muestra equipo almacenado en uno de los laboratorios químicos.

Figura 5. Equipo en desuso almacenado en un laboratorio químico



Difusión

Para dar a conocer el proyecto, se diseñó material informativo y se difundió en diversos foros en los cuales se tuvo la oportunidad de dar a conocer la existencia de equipo en desuso y componentes provenientes de RAEE, facilitando así llegar a posibles usuarios de RAEE e invitar la participación de los jóvenes en el proyecto.

Material Informativo

Se diseñó un Tríptico por medio del cual se concientizó acerca de los efectos adversos que causa al medio ambiente el manejo inadecuado de los RAEE, se dio a conocer la implementación del proyecto, al grupo de trabajo y se invita a la participación en el proyecto dando información de contactos, también se diseñó un cartel con esta información, el cual se colocó en establecimientos del sector educativo. El Instituto Sonorense de la Juventud elaboró un video para dar a conocer las actividades del grupo de trabajo y que se difundió en la página virtual del mismo Instituto. Este video fue utilizado en el concurso Estatal de la Juventud.

Competencias

Se participó en el Concurso al “Premio Municipal de la Juventud 2016” en la categoría de protección del medio ambiente, donde se registraron a 4 jóvenes del servicio social, que cumplían los requisitos del concurso, obteniendo el primer lugar, competencia organizada por el H. Ayuntamiento de Nogales y el Instituto Municipal de la juventud. Posteriormente, se participó en el premio Estatal de la Juventud, también en la categoría de protección al medio ambiente, logrando el segundo lugar. En este último evento se tuvo la oportunidad de difundir el proyecto en diversos medios masivos de comunicación, en foros de discusión y mesas redondas, organizado por el Instituto Sonorense de la Juventud.

Congresos, talleres y exposiciones.

Se presentó una exposición donde se dieron a conocer avances del proyecto a la comunidad estudiantil y docente en el ITN, en el Congreso Internacional de Ciencia e Ingeniería (CICI 2016), con una asistencia de más de 200 estudiantes, donde los alumnos de servicio social participaron haciendo entrega de los trípticos diseñados. Además, se presentó un taller como parte de las actividades de la Semana de la Ciencia y Tecnología, organizada a nivel nacional por CONACYT, en una preparatoria de la ciudad y se contó con la presencia de más de 60 estudiantes. En este taller se trató la problemática de la generación de RAEE, el impacto relacionado con el calentamiento global, formas para reducirlo y se realizaron preguntas a los estudiantes para conocer los distintos hábitos que aportan a la problemática. Contando, también, con invitación para el Congreso Internacional de Desarrollo Sustentable 2016, en el ITN, se impartieron dos talleres de capacitación sobre prácticas para la disminución de RAEE con una asistencia de más de 100 estudiantes. Una última invitación se recibió para presentar el proyecto ante un grupo de la clase de Estadística Inferencial II, con una asistencia de 15 estudiantes, donde se mencionaron las distintas actividades que se han derivado del proyecto, enfatizando en las actividades juveniles, invitando a la participación, esta presentación fue realizada por estudiantes de servicio social. En cada una de las presentaciones se dio a conocer la existencia de establecimientos de recolección, a nivel local, para la adecuada disposición de RAEE.

Redes sociales

Los jóvenes del grupo de trabajo crearon una página de Facebook, donde se informan las diferentes actividades realizadas en el proyecto y donde la comunidad en general puede contactar al grupo de trabajo para colaborar en las diferentes actividades. Además, el Colegio de Químicos de Nogales y el Instituto Sonorense de la Juventud hicieron mención del grupo de trabajo en sus respectivas páginas de Facebook.

Medios de comunicación

Se realizó una entrevista en una estación de radio local, asistiendo personalidades del Colegio de Químicos de Nogales. En dicha entrevista se habló del proyecto y se invitó a la participación de un concurso denominado “Primer Concurso de Invenciones de RAEE” y se tuvo una participación en un medio televisivo, nota que fue publicada el mismo día a nivel nacional. En esta participación se habló del proyecto y se invitó a la participación a los jóvenes para el concurso antes mencionado.

Reutilización de RAEE

Como candidatos a ser segundos usuarios del equipo en desuso recolectado, se contabilizaron cuatro escuelas de nivel superior, una de nivel técnico superior, 15 preparatorias y 23 secundarias en la ciudad. De las cuales cumplían el criterio para donación, una escuela de nivel superior y una de nivel técnico superior, todas las preparatorias y todas las secundarias. El equipo que fue más atractivo, una vez que se mostraba el catálogo de equipo, fue el equipo perteneciente a la categoría de equipo de telecomunicaciones. La cantidad de equipo donado a cada institución, se muestran en la tabla 2.

Los componentes básicos o piezas provenientes de equipo fueron promovidos para su reutilización en dos actividades principales dentro del ITN.

La primera, una donación, en su mayoría tableros electrónicos, a estudiantes de las carreras de Ingeniería en Electrónica (IE) e Ingeniería en Mecatrónica (IM) que cursaban la materia de Desarrollo Sustentable y a partir de la cual los tableros se volvieron parte del inventario del laboratorio de Electrónica. No se realizaron cambios fisicoquímicos a los equipos y/o piezas derivados de ellos. Durante la entrega se impartió una capacitación a los estudiantes para asegurar el proceso de reutilización y evitar el de reciclaje, en el cual se incluyeron reglas básicas de seguridad. Se donó a estos estudiantes un total de 60.345 kilogramos.

Tabla 2. Instituciones a las cuales se donó equipo

Institución	Total Donado en Kg.	PIEZAS
Técnica #62	21.064	6
ITN	10.03	2
CECATI	21.60	8
CETIS #128	16.00	4
SUMATORIA	68.694	20

La segunda, el Primer Concurso de invenciones de RAEE, como parte de las actividades del CICI 2016 organizado por el ITN, a través del cual se entregaron piezas básicas, que sumaron un total de 37.08 kg, para el diseño de prototipos, este concurso involucró como jurados a profesionistas externos a la institución provenientes de la Asociación de Profesionales en Seguridad Ambiental (APSA), la empresa RIMSA dedicada al ramo de manejo de residuos, la empresa Transformadora de México, empresa líder en reciclaje de residuos y el Titular del Departamento de Ecología del H. Ayuntamiento de Nogales. El concurso tuvo como objetivo promover la participación de la reutilización de RAEE, mediante el diseño de prototipos ingeniosos y dinámicos, con partes de residuos electrónicos, con jóvenes de nivel superior y medio superior. Así como, concientizar a los jóvenes acerca de los problemas de contaminación causados por la disposición inadecuada de residuos electrónicos. La convocatoria se realizó mediante cartel del concurso colocado en escuelas de nivel superior y medio superior, aprovechando las redes sociales, donde se publicaron las bases del concurso. Se contó con un registro de 26 de proyectos y la participación de 106 alumnos.

Retardantes de flama y Reciclo de Pilas

Dos problemáticas que se encontraron durante la promoción de la reutilización de componentes fue el de reusar las cascajas de los equipos y las pilas caseras que la comunidad relacionó con el proyecto original y de las cuales cuestionaban. Se buscó combatir las problemáticas mediante la formación de 2 equipos de trabajo que se dedicaran exclusivamente a estos temas.

El proyecto dedicado a las cascajas de equipos se denominó Butter-fly plastic, interesado en encontrar una solución para el manejo de los polímeros piroretardantes de flama, material del cual están hechas las cascajas, el equipo se formó con tres estudiantes de IGE y uno de Ingeniería Industrial (II). CycloPi, enfocado en el manejo integral de las baterías, se formó de cuatro estudiantes de la carrera de IM y uno de contabilidad. Ambos proyectos fueron presentados en el Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica 2016 (ENEIT), en su etapa local, que

organiza el Tecnológico Nacional de México (TecNM), en ambos proyectos se obtuvo el pase al regional. Para los dos proyectos se realizaron las vinculaciones que a continuación se mencionan.

Por el sector académico, la Universidad de Sonora (UNISON), a través del Área de Polímeros y el Instituto Tecnológico de Tijuana (ITT), a través del Centro de Investigación en química, dichas vinculaciones se realizaron de manera verbal con Doctores en investigación que actualmente laboran en dichos centros y que ofrecieron su apoyo en el aspecto de conocimientos teóricos. Equipo de REE que ofreció para ambos proyectos la difusión para la recolección de cascajas de plástico y pilas caseras entre los jóvenes de la ciudad.

Por el sector productivo, una empresa de recolección de desechos reciclables con más de 6 años de experiencia en la ciudad, que ofreció para CycloPi un espacio de trabajo, contenedores para la recolección de Pilas y el servicio de recolección en puntos estratégicos. Para Butter-fly plastic ofreció la venta económica de cascajas de RAEE y para ambos proyectos se firmó un acuerdo entre el dueño de la empresa y un representante de cada equipo. APSA ofreció para ambos proyectos asesoría en el área de legislación ambiental, la cual quedó de manifiesto mediante una entrevista al presidente de la Asociación Civil realizada por los estudiantes. Un negocio de florería con más de 10 años de experiencia en la ciudad ofreció para Butter-fly plastic asesoría en el área de mercadotecnia y ofreció su establecimiento para promocionar el producto final, quedando de manifiesto durante una visita realizada por los estudiantes.

Por el sector gubernamental, la Comisión Internacional de Límites y Agua (CILA), ofreció para CycloPi asesoría en los aspectos técnicos y legales, la cual quedó de manifiesto a través de una entrevista realizada por los estudiantes. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés), Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), proveyeron la plataforma del proyecto original (Convenio: TAA15-043, PID 20280 B2020 R91.5), a través de la cual surgieron Butter-fly plastic y CycloPi.

Disposición final

La disposición final se realizó con el apoyo de Transformadora de México, la cual generó los registros correspondientes (manifiestos), siendo un total de 471.7 kg y 40 equipos que no lograron ser colocados para su donación en ninguna institución.

Base de datos para el sector productivo

A partir de la información que se obtuvo en el diagnóstico, se diseñó y construyó una base de datos mediante el apoyo de un software computacional y al cual tendrán acceso los responsables de los laboratorios, donde podrán consultar el inventario del equipo en desuso que generen, con el fin de reutilizar algunos equipos y/o sus componentes si lo requieren. Lo anterior les permitirá a los dueños de laboratorios adquirir piezas de repuesto en menor tiempo que el actual, ya que la gestión requerida para la compra de equipo nuevo o refacciones tiene un tiempo considerable. Las personas interesadas podrán tener acceso al equipo de reutilización en un tiempo menor a 24 horas, mientras que la gestión para equipo nuevo o refacciones llega a ser hasta de 6 meses. Aunado a lo anterior tendrán el beneficio del ahorro económico, ya que la adquisición de equipo o refacciones será completamente gratuita.

La base de datos es una herramienta para la disminución de la generación de RAEE y es un

programa de cómputo cuya aplicación permitirá evitar que se vuelvan a acumular electrónicos de desecho, tener refacciones disponibles y ampliar la vida útil de los equipos. Para el diseño de esta base de datos se reclutó a un estudiante de residencia profesional de la carrera de IGE y para su uso se escribió un documento que describe desde la normatividad hasta el instructivo de operación de la base de datos. Este instrumento también será utilizado por una empresa particular autorizada para el manejo de desechos sólidos como los RAEE, la cual fue seleccionada basándose en la confianza, trayectoria y giro de la empresa, con la cual se establecieron reuniones de trabajo para el diseño de la base de datos.

Con el diseño de la base de datos se concluyó el sistema para control de RAEE en los laboratorios químicos de Nogales, siendo los usuarios de esta plataforma el Colegio de Químicos de Nogales y la empresa seleccionada para la recolección.

4. CONCLUSIONES

El sistema de control de RAEE en laboratorios de Nogales, Sonora, resultó de gran interés para la comunidad académica, quienes observaron en su desarrollo grandes oportunidades para solucionar problemas de contaminación generada por la falta de sistemas o acciones que permitan administrar de manera eficiente los residuos electrónicos.

En relación a la etapa de diagnóstico, se comprobó lo manifestado en la referencia (Widmer et al., 2005), en relación al almacenamiento excesivo del equipo en desuso que dificultó la reutilización del equipo y que en su mayoría fueron los enviados a disposición final. En relación a las donaciones, lo más viable de donar, entre los candidatos considerados para este proyecto, fueron los equipos de la categoría de telecomunicaciones, pero no se descarta la posibilidad de colocar para donación equipos de otras categorías en lugares con las características necesarias para la reutilización.

Por el sector académico se logró la participación activa de más de 125 estudiantes que contribuyeron de manera directa en alguna actividad específica del proyecto, además de la participación de una institución de nivel superior, tres de nivel medio superior y una de nivel secundaria. Mientras que, en el sector productivo, se contó con 13 empresas que se involucraron de manera activa en alguna de las actividades y dos Asociaciones Civiles. Por el sector gubernamental, se contó con la participación de seis instituciones a nivel nacional y una a nivel internacional.

Se lograron tanto beneficios sociales, como económicos y ambientales, ya que instituciones educativas se beneficiaron de la adquisición de equipo electrónico que aún podía ser útil, dándoles una segunda oportunidad al extender su periodo de vida útil y participando así en la disminución de RAEE. Además, el Colegio de Químicos de Nogales, logró integrar a su sistema de trabajo un procedimiento que les permitirá mantenerse actualizados en la adquisición de tecnología de una forma sustentable, al mismo tiempo que se participó en una formación profesional integral en el tema de desarrollo sustentable para estudiantes de nivel superior.

5. REFERENCIAS

- Anahide, B., (2007). *The Green e-Waste Channel: model for a reuse and recycling system of electronic waste in South Africa*. Master Thesis, Master of Science in Environment. University of Lausanne, Lausanne, Switzerland
- BAN (2005). The digital dump: Exporting Re-use and Abuse to Africa. Obtenido de <http://svtc.org/wp-content/uploads/TheDigitalDump.pdf>
- Cui, J., Roven, H. J., (2011). Chapter 20 Electronic Waste. *WASTE: A Handbook for Management*. pp. 281-296, Trondheim, Norway: Elsevier Inc.
- European Parliament and the Council of the European Union, Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), Official Journal of the European Union L37 (2003) 24-38.
- Gavilán García, A. (Junio, 2009). Diagnóstico de la Generación de Residuos Electrónicos En México: Inventario Nacional. Foro Internacional sobre Generación y Manejo de Residuos Electrónicos. Instituto Nacional de Ecología – SEMARNAT
- Ibrahim, F. B., Adie, D. B. , Giwa, A., Okuofu, C. A.(2014), Study of Material Flow of End-of-Life Computer Equipment (e-wastes) in Some Major Cities in Nigeria, *Nigerian Journal of Technological Development*, 11 (2), 44-52.
- Kim, S., Paulos, E. (2011, May). Practices in the Creative Reuse of e-Waste. CHI, Vancouver, B.C, Canada.
- OECD (2003). Technical guidance for the environmentally sound management of specific waste streams: used and scrap personal computers. Obtenido de [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=ENV/EPOC/WGWPR\(2001\)3/FINAL](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=ENV/EPOC/WGWPR(2001)3/FINAL)
- SEC, Subdirección de Activos fijos, Guía rápida para el control de inventarios de bienes muebles en planteles de educación básica. Obtenido de http://www.sec.gob.mx/sistemas/inventarios/docs/GuiaRapida-ControlDeInventario_ActivosFijos-OCTUBRE-NUEVO.pdf
- Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, NORMAS para la administración y baja de bienes muebles de las dependencias de la Administración Pública Federal. Obtenido de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/nabbmdap.html>
- Terazono, A., Murakami, S., Abe, N., Inanc, B., Moriguchi, Y., Sakai S., Kojima, M., Yoshida, A., Li, J., Yang, J., Wong, M. H., Jain, A., Kim, I., Peralta, G. L., Lin, Ch., Mungcharoen, T., Williams, E. (2006), Current status and research on E-waste issues in Asia, *J Mater Cycles Waste Manag*, 8, 1–12.
- Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M., Boni, H. (2005), Global perspectives on e-waste, *Environmental Impact Assessment Review*, 25, 436 – 458.
- Widmer, R., Lombard, R., (2005): e-Waste assessment in South Africa – a case study of the Gauteng province. Obtenido de http://www.ewasteguide.info/files/Widmer_2005_Empa.pdf
- Williams, E., Sasaki, Y. (2003). Energy analysis of end-of-life options for computers: Resell, upgrade, recycle. In Proceedings of the 2003 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment. San Francisco, U.S.A.
- Williams, E., Kahhat, R., Allenby, B., Kavazanjian, E., Kim, J., Xu, M. (2008), Environmental, Social, and Economic Implications of Global Reuse and Recycling of Personal Computers, *Environ. Sci. Technol.*, 42, 6446–6454.