VOLUMEN 48
XXXI Verano De la Ciencia
ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

Diagnóstico e implementación de un programa de acopio de residuos tecnológicos (cartuchos de tinta, tóneres y pilas) en la ENMS de Irapuato

Diagnosis and Implementation of a Technological Waste Collection Program (Ink Cartridges, Toners, and Batteries) at the Irapuato High School Center

Camila Joshyri Mora Ramírez, María Fernanda Rios Montiel, Dra. Alma Teresa Corona Armenta, MC Roberto Cabrera Ortiz[1]
[1]Escuela de Nivel Medio Superior de Irapuato (ENMSI), Colegio del Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato.
rcabrera@ugto.mx

Resumen

La gestión de cartuchos de tinta, tóneres y pilas usadas constituye un problema ambiental y organizacional en los centros escolares, porque combina generación dispersa, desconocimiento sobre la disposición final y necesidad de almacenamiento seguro y trazable. El objetivo fue diagnosticar, implementar y evaluar, mediante evidencia local, un programa escolar de acopio seguro y trazable; en este artículo se presenta la fase diagnóstica y el diseño de la implementación del mejoramiento de la estrategia para la implementación de un sistema de recolección de residuos tecnológicos (cartuchos de tinta, tóners y pilas). Se siguió un enfoque mixto de alcance descriptivo y aplicado. Se analizaron las respuestas de una encuesta tipo Likert sobre el conocimiento, prácticas de descarte y percepción de riesgos, disposición y participación en el programa de acopio de residuos tecnológicos. Participaron estudiantes, docentes e integrantes del personal administrativo. Los resultados muestran que 65% reconocía que estos residuos no deben mezclarse con la basura común, pero sólo 45% describía hábitos correctos; las principales barreras fueron falta de información (40%) e infraestructura de acopio (30%). El análisis temático de las respuestas abiertas confirmó demanda de información sobre lugares de entrega y mostró preferencia por puntos ubicados en accesos, biblioteca y prefectura. Se concluye que existe disposición ambiental favorable, aunque insuficientemente convertida en prácticas consistentes. La intervención debe combinar contenedores diferenciados, comunicación operativa, protocolos de seguridad, protección de datos y entrega documentada a un gestor autorizado. Al no disponerse de bitácoras de acopio ni medición posterior, no es posible atribuir todavía efectos a la intervención.

Palabras clave: residuos tecnológicos; educación ambiental; acopio escolar; gestión de residuos; sustentabilidad universitaria; investigación aplicada.

Introducción

La aceleración del consumo tecnológico ha incrementado la generación de residuos que contienen materiales recuperables y, en ciertos casos, sustancias peligrosas. En 2022 se generaron 62 millones de toneladas de residuos electrónicos en el mundo y sólo 22.3% fue documentado como formalmente recolectado y reciclado (International Telecommunication Union [ITU] & United Nations Institute for Training and Research [UNITAR], 2024). Aunque los cartuchos de impresión y las pilas no constituyen una categoría jurídica homogénea, su descarte sin separación puede producir pérdidas de materiales, exposición a componentes químicos y contaminación derivada de fugas, roturas o manejo informal. La clasificación y el manejo aplicable dependen de la composición, el volumen generado y la normativa correspondiente; por ello no resulta técnicamente correcto tratarlos a todos como “basura electrónica” indiferenciada.

En el ámbito escolar, estos residuos se generan en oficinas, áreas administrativas, centros de impresión, laboratorios y hogares de la comunidad educativa. Su dispersión dificulta estimar cantidades, identificar puntos de descarte y asegurar su canalización. El problema no es únicamente la falta de conciencia: una persona puede reconocer el riesgo y, al mismo tiempo, carecer de un punto cercano, información sobre horarios o certeza acerca del destino final. Esa distancia entre conocimiento y práctica vuelve insuficiente las campañas aisladas y exige una intervención que combine educación, infraestructura, seguridad y trazabilidad.

La Universidad de Guanajuato cuenta con una trayectoria institucional que ofrece sustento para este tipo de acción local. El Programa Institucional de Medio Ambiente de la Universidad de Guanajuato (PIMAUG), creado en febrero de 2001, propuso incorporar la dimensión ambiental al conjunto del quehacer universitario mediante formación, transversalidad curricular, participación estudiantil, comunicación, manejo ambiental y vinculación (Universidad de Guanajuato, 2010). En 2011 se creó una dirección especializada; en 2017 se formalizó un Sistema de Gestión para la Sustentabilidad, y el PLADI 2021-2030 integró la sustentabilidad en el eje de gestión, con atención a los ODS, compras verdes, agua, energía, infraestructura y Agenda Ambiental UG (Universidad de Guanajuato, 2017; 2021). Desde 2024 la función ambiental se articula administrativamente con infraestructura y procesos.

La brecha de conocimiento que justifica la investigación es local. Antes del diagnóstico no se contaba con evidencia sistematizada sobre qué sabía la comunidad de la ENMS de Irapuato, cómo desechaba cartuchos, tóneres y pilas, qué riesgos percibía, qué la motivaría a participar y qué ubicaciones facilitarían el acopio. En consecuencia, el problema de investigación se formula así: ¿qué condiciones cognitivas, conductuales y operativas deben atenderse para implementar un programa escolar seguro, accesible y trazable de acopio de residuos tecnológicos en la ENMS de Irapuato?

Objetivos

Objetivo General

Diagnosticar, implementar y evaluar, mediante evidencia local, un programa escolar de acopio seguro y trazable de cartuchos de tinta, tóneres y pilas.

Objetivos específicos

1. Identificar conocimientos, hábitos, motivos y barreras para el acopio y la disposición adecuada mediante encuesta y entrevistas breves a actores clave (estudiantes, docentes y administrativos).
2. Estimar la generación semanal y los puntos de descarte de cartuchos de tinta, tóneres y pilas mediante registro de acopio, observación y bitácora.
3. Diseñar e implementar un sistema de acopio real (contenedores diferenciados, señalización, protocolo de seguridad y canalización a gestor autorizado).
4. Evaluar cambios pre y post intervención (cantidad recolectada, participación, nivel de conocimiento y percepción de facilidad) y emitir recomendaciones operativas para continuidad semestral.

Marco teórico y antecedentes

La gestión integral de residuos comprende acciones articuladas de prevención, reducción, separación, reutilización, reciclaje, valorización, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos establece como principio la prevención y la valorización, mientras que el Acuerdo de sustentabilidad de la Universidad de Guanajuato exige diagnósticos en cada sede y canalización conforme a la normatividad aplicable (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2026; Universidad de Guanajuato, 2017). La trazabilidad añade un criterio de rendición de cuentas: registrar entradas, condiciones de almacenamiento, responsables, salidas y evidencia de recepción.

En el caso de pilas y consumibles de impresión, la clasificación no debe decidirse sólo por el nombre del objeto. La NOM-052-SEMARNAT-2005 proporciona el procedimiento para identificar residuos peligrosos, mientras que la NOM-161-SEMARNAT-2011 establece criterios para residuos de manejo especial y planes de manejo. La guía de SEMARNAT sobre pilas subraya que la tecnología y la composición influyen en su régimen de manejo (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]; 2005; 2013; 2018). Por tanto, el protocolo escolar debe verificar las condiciones del gestor y evitar afirmaciones universales sobre la peligrosidad de todas las pilas o cartuchos.

ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

Riesgos ambientales y de salud

Los residuos tecnológicos pueden contener metales, polímeros, pigmentos y aditivos cuya liberación depende del daño físico, la exposición a humedad, el calor y el tipo de tratamiento. La Organización Mundial de la Salud (2021) ha documentado riesgos asociados a la exposición infantil a contaminantes del reciclaje informal de residuos electrónicos. Para el tóner, la literatura identifica retos de factibilidad, salud ocupacional y valorización, además de alternativas de aprovechamiento material (Parthasarathy, 2021). Estas evidencias no implican que el simple almacenamiento temporal en una escuela produzca automáticamente los mismos niveles de exposición; sí justifican medidas preventivas, contenedores adecuados, prohibición de abrir cartuchos y procedimientos para piezas dañadas.

Educación ambiental, corresponsabilidad y acción institucional

La Agenda 2030 vincula el consumo responsable, la salud, el agua, las ciudades sostenibles y la acción climática (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015). En la UG, la educación ambiental evolucionó de actividades de sensibilización hacia un modelo que combina participación, normas, diagnósticos e indicadores. El Acuerdo de 2017 establece corresponsabilidad, cooperación, prevención y precaución, y dispone que los Campus y el Colegio del Nivel Medio Superior generen diagnósticos y planes de acción (Universidad de Guanajuato, 2017). Desde esta perspectiva, un programa de acopio es simultáneamente una experiencia formativa y un proceso de gestión.

Metodología

Se adoptó un enfoque mixto, descriptivo, aplicado y de alcance local. El componente cuantitativo comprendió frecuencias de participación y distribución por rol y turno; el componente cualitativo examinó respuestas abiertas sobre conocimiento, hábitos, riesgos, motivaciones y accesibilidad.

Se llevó a cabo una revisión documental con una síntesis de evidencia sobre impactos ambientales y de salud del manejo inadecuado de residuos electrónicos, consumibles de impresión y baterías, del mismo modo se realizó un estudio de la jerarquización del manejo de residuos, desde la prevención, reutilización, reciclaje y disposición final y la identificación de criterios básicos de complimiento normativo aplicables en México, desde la clasificación, separación, almacenamiento seguro y trazabilidad.

Se utilizó una encuesta en línea con reactivos tipo Likert y preguntas abiertas. Las preguntas realizadas estaban enfocadas en 5 rubros; 1 Conocimiento, 2 Prácticas de descarte, 3 Percepción de riesgos, 4 Disposición a participar y 5 Factores de acceso (ubicación y horarios).

Resultados

El hallazgo histórico central es que el proyecto de acopio no parte de una acción aislada. Se inserta en una trayectoria de veinticinco años que ha pasado de la sensibilización y formación a la obligación normativa, la gobernanza en red y la integración de sustentabilidad con procesos e infraestructura. Esta continuidad legitima la escala escolar, pero también exige articulación con las instancias responsables y evidencia de cumplimiento.

Conocimientos, hábitos, motivos y barreras

Dimensión	Categoría	% reportado	Lectura diagnóstica
Conocimiento	Sabe que no debe ir a basura común	65	Existe una base cognitiva favorable.
Conocimiento	Reconoce falta de información	30	Se requiere instrucción sobre dónde, cómo y qué ocurre después.
Conocimiento	No sabe o sabe casi nada	5	Necesita orientación básica.
Hábitos	Correctos	45	Menos de la mitad reporta separación y canalización adecuadas.
Hábitos	Intermedios	30	Se guarda o separa, pero sin destino claro.
Hábitos	Incorrectos	25	Persiste el descarte en basura común.
Motivos	Beneficio ambiental	70	La conciencia ecológica es el principal impulsor.
Motivos	Campaña o apoyo institucional	20	La escuela puede activar la participación.
Motivos	Otros incentivos	10	Premios o reconocimiento tienen peso secundario.
Barreras	Falta de información	40	Principal obstáculo declarado.
Barreras	Falta de infraestructura	30	Los puntos de acopio son condición operativa.
Barreras	Desinterés social	20	Requiere comunicación y normas sociales visibles.
Barreras	Tiempo/logística	10	Debe reducirse el costo de participación.

Tabla 1. Porcentajes de respuestas de preguntas tipo Likert por dimensión.

El patrón principal es una brecha entre saber y hacer. Aunque 65% reconoce que los residuos no deben ir a la basura común, sólo 45% se ubica en hábitos correctos y 55% permanece en prácticas intermedias o incorrectas. La misma estructura se observa entre motivaciones y barreras: el cuidado ambiental es un motivo fuerte, pero la falta de información y de infraestructura concentra 70% de los obstáculos comunicados. En términos de intervención, la disposición favorable no elimina la necesidad de facilitar la conducta.

Pregunta/dimensión	Categoría no excluyente	n	% de respuestas
Qué sabe o le falta saber	Información sobre disposición o puntos de acopio	78	45.3
Qué sabe o le falta saber	Reconoce separación o peligrosidad	27	15.7
Qué hace normalmente	Separación o almacenamiento	80	46.5
Qué hace normalmente	Basura común o descarte inadecuado	58	33.7
Qué hace normalmente	Canalización o reciclaje	45	26.2
Riesgos percibidos	Daño ambiental o a ecosistemas	115	66.9
Riesgos percibidos	Contaminación de agua o suelo	49	28.5
Ubicación/horario	Entrada o salida	88	51.2
Ubicación/horario	Biblioteca	30	17.4
Ubicación/horario	Prefectura	25	14.5
Ubicación/horario	Receso	29	16.9

Tabla 2. Patrones de las respuestas a preguntas abiertas

La demanda más visible es saber dónde depositar los residuos. En los hábitos, la separación o el almacenamiento aparecen con frecuencia, pero coexisten con el descarte en basura común; por tanto, guardar un residuo no garantiza su canalización final. La percepción de riesgo se concentra en contaminación y daño ambiental. En cuanto a accesibilidad, la mitad menciona entradas o salidas, seguidas por biblioteca, prefectura y receso. Estos resultados apoyan la instalación de puntos en rutas cotidianas y horarios de baja fricción.

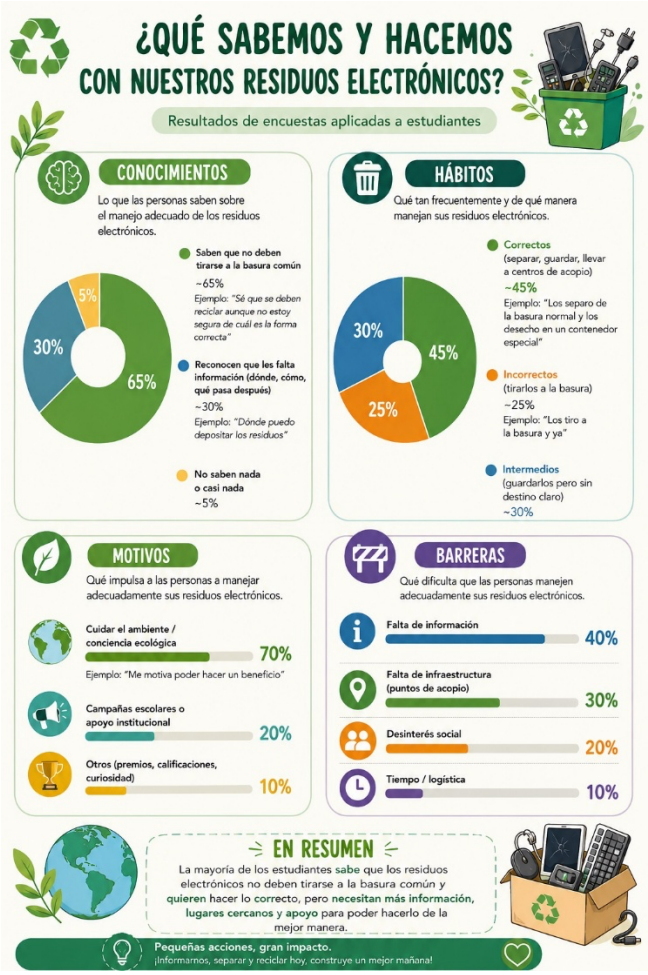


Figura 1. Infografía de los resultados obtenidos por la encuesta.

Discusión y análisis

La historia del PIMAUG ahora Departamento de Sustentabilidad y Gestión de Procesos de la UG, muestra que la sustentabilidad universitaria se fortaleció al pasar de proyectos formativos a estructuras, normas y procesos. El diagnóstico local reproduce esa lógica: la conciencia ambiental es necesaria, pero el cambio conductual depende de puntos de acopio, reglas, responsables, registros y salida verificable. El proyecto escolar puede entenderse como una expresión situada de la gobernanza ambiental en red prevista por el Acuerdo de 2017, particularmente porque el Colegio del Nivel Medio Superior debe generar diagnósticos y planes de acción en sus sedes (Universidad de Guanajuato, 2017).

Los resultados sugieren una brecha consistente: saber que un residuo no debe mezclarse con la basura común no equivale a conocer el procedimiento completo ni a ejecutarlo. De la información obtenida se reporta 65% de conocimiento básico frente a 45% de hábitos correctos; la base abierta, a su vez, registra alta demanda de información sobre sitios de entrega y una coexistencia de almacenamiento, canalización y descarte en basura común. La interpretación que se puede tener de los datos recabados es que la comunidad posee intención ambiental, pero enfrenta incertidumbre operativa. Por ello, una campaña centrada sólo en riesgos podría aumentar preocupación sin resolver la conducta.

La preferencia por entradas, salidas, biblioteca y prefectura muestra que la ubicación debe alinearse con recorridos cotidianos. Esta evidencia coincide con la importancia global de infraestructura adecuada para elevar la recolección formal (ITU & UNITAR, 2024). Sin embargo, la ubicación final no puede decidirse sólo por popularidad: debe considerar vigilancia, ventilación, protección contra humedad y calor, acceso del responsable, evacuación y ruta de retiro. Se recomienda validar los puntos con personal de seguridad e higiene y administración.

No se puede dejar de lado de este trabajo que la ENMS de Irapuato cuenta con una Coordinación de Manejo Ambiental, el cuál reportó que durante el año de 2025 se llevó a cabo la recolección de 38,5 kg de pilas y 40 kg de cartuchos de tinta y tóners. Este dato nos indica que la Universidad de Guanajuato no ha dejado de lado el manejo adecuado de residuos sólidos, sin embargo, es necesario una mayor difusión y es por ello que este proyecto propone una campaña de difusión y la utilización de contenedores para la fácil disposición de estos residuos.



Figura 2. Propuesta de contenedores para los residuos sólidos.

Conclusiones

El objetivo general se ha cumplido parcialmente: existe un diagnóstico local y un diseño de implementación, pero la evaluación del programa requiere todavía completar la intervención de cinco semanas y documentar resultados pre y post.

La comunidad participante muestra una orientación ambiental favorable. El problema central no parece ser ausencia total de conciencia, sino falta de información práctica, infraestructura y certeza sobre el destino final.

La brecha entre 65% de conocimiento básico y 45% de hábitos correctos indica que la comunicación debe ser operativa: qué se recibe, cómo se prepara, dónde se entrega, cuándo y qué ocurre después.

Los accesos de la escuela, la biblioteca y la prefectura son ubicaciones candidatas, pero deben validarse con criterios de seguridad, vigilancia, humedad, calor y logística de retiro.

Acciones a futuro

Registrar unidades y masa por tipo de residuo, punto y semana, así como incidencias y contaminación cruzada.

Comparar uso y percepción de facilidad entre ubicaciones mediante periodos piloto.

Realizar entrevistas a mantenimiento, administración, seguridad e higiene, personal de impresión y estudiantes líderes.

Documentar la cadena de custodia y verificar permisos o condiciones del programa receptor o gestor.

Referencias

Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (A/RES/70/1).* https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2026). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (texto vigente; última reforma DOF 19-01-2026).* https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

International Telecommunication Union, & United Nations Institute for Training and Research. (2024). *The global e-waste monitor 2024.* https://www.itu.int/pub/D-GEN-E_WASTE.01-2024

Parthasarathy, M. (2021). Challenges and emerging trends in toner waste recycling: A review. *Recycling*, 6(3), 57. https://doi.org/10.3390/recycling6030057

Secretariat of the Basel Convention. (2023). Technical guidelines on transboundary movements of electrical and electronic waste and used electrical and electronic equipment, in particular regarding the distinction between waste and non-waste under the Basel Convention (UNEP/CHW.16/INF/10/Rev.1). https://www.basel.int/Portals/4/download.aspx?d=UNEP-CHW.16-INF-10-Rev.1.English.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2005). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286505&fecha=01/02/2013

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Guía para el consumo y manejo sustentable de pilas. https://www.gob.mx/semarnat/documentos/guia-para-el-consumo-y-manejo-sustentable-de-pilas

Universidad de Guanajuato. (2002). Plan de Desarrollo Institucional 2002-2010. https://www.ugto.mx/images/pdf/pladi/PLADI-2002.pdf

Universidad de Guanajuato. (2010). Plan de Desarrollo Institucional 2010-2020. https://ugto.mx/campusleon/dci/images/images/pdf/Conacyt/PLADI_2010-2020.pdf

Universidad de Guanajuato. (2017). Acuerdo para la emisión y observancia de acciones para la gestión de la sustentabilidad de la Universidad de Guanajuato. https://www.ugto.mx/ugsustentable/images/acuerdo-emision-observancia-acciones-gestion-sustentabilidad-universidad-guanajuato.pdf

Universidad de Guanajuato. (2021). Plan de Desarrollo Institucional 2021-2030. https://www.ugto.mx/images/pladi2021-2030.pdf

Universidad de Guanajuato. (2024a). Acuerdo general que establece la estructura administrativa de la Rectoría General. https://www.ugto.mx/gacetauniversitaria/component/jdownloads/send/272-acuerdos-de-rectoria-general/2425-acuerdo-general-que-establece-la-estructura-administrativa-de-la-rectoria-general-de-la-universidad-de-guanajuato-2

Universidad de Guanajuato. (2024b). Manual de procesos de la Dirección de Infraestructura y Sustentabilidad Universitaria. https://www.ugto.mx/calidadug/images/2024/Manuales/DISU.pdf

Universidad de Guanajuato. (s. f.). Objetivo del Departamento de Sustentabilidad y Gestión de Procesos. Recuperado el 24 de julio de 2026, de https://www.ugto.mx/ugsustentable/quienes-somos/formacion-ambiental/objetivo

Universidad de Guanajuato, Dirección de Medio Ambiente y Sustentabilidad. (2015). NaturaLEEza, 25. https://www.ugto.mx/ugsustentable/images/gaceta-naturaleeza/universidad-guanajuato-gaceta-naturaleeza-25.pdf

World Health Organization. (2021). Children and digital dumpsites: E-waste exposure and child health. https://www.who.int/publications/i/item/9789240023901