

# Estudio de socialización para la recolección de material reciclado de Polietileno Tereftalato en una Sociedad Universitaria en Paraguay

## Socialization study for the collection of recycled material Polyethylene Terephthalate in a University Society in Paraguay

Gerardo Andrés Alvarenga Salinas<sup>1\*</sup>, Eduardo Giangreco<sup>2</sup>, Williams Bobadilla Torres<sup>3</sup>, Jeisson Sastoque Guerrero<sup>4</sup>, Carmen Sánchez<sup>2</sup>, Magno Miguel Maiz Flecha<sup>2</sup> <sup>1</sup>Universidad Nacional de Asunción. Facultad Politécnica. Dirección de Investigación y Postgrado. Ingeniería en Ciencias de los Materiales. San Lorenzo, Paraguay. <sup>2</sup>Universidad Nacional de Asunción. Facultad Politécnica. Ingeniería en Ciencias de los Materiales. San Lorenzo, Paraguay. <sup>3</sup>Universidad Nacional de Asunción. Facultad Politécnica. Ingeniería en Electrónica. San Lorenzo, Paraguay. <sup>4</sup>Universidad Santo Tomás. Facultad de Ingeniería Ambiental. Bogotá, Colombia. \*Autor de correspondencia: gaas@pol.una.py.

Recibido: setiembre 2020

Aceptado: noviembre 2020

Recibido en versión modificada: noviembre 2020

Alvarenga Salinas, G. A, Giangreco, E., Bobadilla Torres, W., Sastoque Guerrero, J., Sánchez, C. y Maiz Flecha, M. M. (2020). Estudio de socialización para la recolección de material reciclado de Polietileno Tereftalato en una Sociedad Universitaria en Paraguay. *Revista Investigaciones y Estudios – UNA*, 11(2), 22-30. <https://doi.org/10.47133/IEUNA2023>.

**Resumen.** Paraguay produce una gran cantidad de desechos orgánicos e inorgánicos que finalizan en los vertederos a cielo abierto. En la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción se realizó una campaña de educación ambiental enfocada a la segregación y recolección de material aprovechable donde se utilizaron afiches informativos. Se instalaron puntos de recolección o Eco-puntos distribuidos en toda el área de la Facultad Politécnica, de manera que estudiantes, funcionarios y ciudadanía en general lleven a cabo una adecuada gestión de

los residuos. Esto indica que se debe seguir promoviendo programas de acción educativa, de manera que ayuden a la concientización ambiental y generen nuevas ideas de aprovechamiento potencial para el estudio de materiales. Con esto se buscó reconocer la importancia de reciclar y de separar residuos enfocados a mejorar el desarrollo social y la calidad de vida de la comunidad.

**Palabras clave:** reciclaje, educación ambiental, concienciación ambiental, polietileno tereftalato “PET”.

**Abstract.** Paraguay produces a large amount of organic and inorganic waste that ends up in open landfills. In the Polytechnic Faculty of the National University of Asuncion, an environmental education campaign was carried out focused on the segregation and collection of usable material where informative

posters were used. Collection spots or Eco-spots were installed throughout the area of the Polytechnic Faculty so that students, officials and citizens in general can carry out adequate waste management. This indicates that educational action programs should continue to be promoted so that they help raise environmental awareness and generate new ideas for the potential use of materials. With this, we sought to recognize the importance of recycling and separating waste focused on improving social development and the quality of life of the community.

**Keywords.** recycling, environmental education, environmental awareness, polyethylene terephthalate “PET”.

## INTRODUCCIÓN

Paraguay produce una gran cantidad de desechos orgánicos e inorgánicos que se acumulan en cantidades considerables que finalizan en los vertederos a cielo abierto. El país presenta una guía para la gestión de residuos sólidos, la cual es tomada como marco de referencia para el tratamiento de materiales que pueden ser aprovechados después de su utilización, pero en el país no existe un sistema modelo de reciclado para residuos sólidos domiciliarios de plástico que contribuya a la transformación del material para dar un valor agregado y llegar a reutilizar para incorporarlo a los ciclos productivos a lo cual se propone una alternativa para la reutilización de residuos plásticos y restos de madera. Las botellas de plástico y aserrín forman un material compuesto, capaz de sustituir algunos

productos que no son reciclables (Ashori, 2008).

De acuerdo a lo anterior, se encuentran alternativas tales como la combinación de maderas y plásticos, debido a la necesidad de reciclar lo utilizado y evitar la alta contaminación debido a la cantidad de desechos en los mares y vertederos a cielo abierto principalmente, además de la tala de árboles, aumento en los niveles de dióxido de carbono y gases de efecto invernadero y descarga de residuos en cursos de agua dulce (Schwarzkopf & Burnard, 2016).

La concientización ambiental se trata de un concepto multidimensional, en el que han de identificarse varios indicadores. Para que un individuo adquiera un compromiso con el desarrollo sostenible tal que integre la variable ambiental como valor en su toma de decisiones diaria es necesario que éste alcance un grado adecuado de conciencia ambiental a partir de unos niveles mínimos en sus dimensiones cognitiva, afectiva, activa y conativa pues es parte del desarrollo humano.

En la actualidad se habla de desarrollo sostenible y se busca que la ciencia avance en el desarrollo de nuevos materiales que puedan ser sustentables y amigables con el medio ambiente ante la demanda (Ashori, 2008). En el Paraguay y el mundo existe un aumento de residuos de toda clase, tales como los domiciliarios, servicios públicos, construcciones y establecimientos comerciales, lo cual generan una serie de problemas que se reflejan en un mal manejo de la protección del medio ambiente (contaminación de agua, suelo y aire),

la salud pública (enfermedades). Ahora es el asunto para las entidades gubernamentales y no gubernamentales, grupos económicos, grupos sociales, la academia, partidos políticos y ciudadanía en Paraguay los cuales pueden intervenir e investigar en nuevos materiales a partir de materiales reciclados, apoyados en una gran búsqueda de información. Por tanto, el desarrollo de materiales sustentables y amigables con el medio ambiente puede llegar a mejorar las finanzas, sea como materia prima o insumo. Este estudio presenta una herramienta en educación ambiental que fomenta la concientización ambiental en la sociedad para el reciclaje de residuos aprovechables, en particular el plástico de polietileno tereftalato o PET, apoyados en referencias bibliográficas e iniciativas dentro de la universidad relacionados a la gestión integral de residuos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

A nivel metodológico el presente trabajo tipifica como una investigación aplicada cuyas actividades se realizaron durante un lapso de 45 días entre mayo y octubre del año 2018. Los pasos seguidos fueron: la revisión bibliográfica para la identificación de mecanismos de aprovechamiento de residuos en los planos como la Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción y Paraguay; relevamiento de información útil para realizar la segregación en origen y recolección de residuos que ayude a fomentar herramientas de educación ambiental como los afiches informativos y contenedores o recipientes

donde depositar los plásticos de interés (Martínez, 2008).

Posteriormente se definieron los conceptos relacionados a los materiales plásticos reciclables, su importancia y clasificación que relaciona el desarrollo sostenible en el mediano y largo plazo para la sociedad universitaria perteneciente a la facultad politécnica, además de reconocer y ver la importancia de los afiches informativos y selección de contenedores independientes en la educación ambiental que contienen información de fácil comprensión para los lectores.

Los materiales impresos como afiches, fueron alusivos a la recolección y separación de los residuos desde la fuente generadora donde se comunicó en lenguaje español y guaraní, en la República de Paraguay (González Gaudiano, 2003). También se prepararon, volantes de información con los tipos de residuos, colores de los contenedores y usos potenciales de las botellas polietileno tereftalato “PET”, de manera a realizar una socialización por medio de las redes sociales y el sitio web de la Facultad Politécnica en la Universidad Nacional de Asunción.

Con esto se seleccionan los puntos de recolección de residuos aprovechables de manera que sean lugares por los cuales los estudiantes, funcionarios y ciudadanía presentan un alto tránsito y pueden dejar depositados los residuos de una forma práctica y de fácil acceso, se hace un énfasis en lugares en donde se pueden generar mayor cantidad de los residuos de interés (Figura 1).



Figura 1. Información con los tipos de residuos, clasificación de los plásticos, aplicaciones posibles. Campaña que visa, clasificar y reciclar residuos plásticos como un programa piloto en la FP-UNA.

Una vez contemplados los puntos estratégicos de los lugares se instalaron los contenedores o recipientes para depositar los residuos en compañía de los respectivos afiches informativos con una descripción de los plásticos reciclables de interés para su transformación, clasificación y separación en la fuente que lleve al estudiante a la concientización ambiental, se llevan al laboratorio de materiales para su estudio (Figura 2).



Figura 2. Contenedores y afiches, como acción educativa medio ambiental.

Una vez que los contenedores de residuos se llenaron en su totalidad volumétrica de botellas, se vaciaron y los residuos

aprovechables fueron conducidos al laboratorio, en un lugar fresco y seco para el proceso de su transformación. Adicional se entiende que fomenta la cultura ciudadana, comprometiendo a todos los estamentos de la facultad: estudiantes, docentes, directivos, personales administrativos y de servicios (Figura 3).

CAMPAÑA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS PET – 2018

¿QUÉ?  
Se realizará la recolección de residuos PET: botellas de agua y bebidas gaseosas.

¿DÓNDE?  
Centro de Estudiantes de la Politécnica, Policopias, Cantina, Decanato, Pasillos de los Bloques "A", "B", "D" - Planta Alta, "F", "G" y "H" de la FP-UNA.

¿CUÁNDO?  
Del 01 de agosto al 15 de setiembre.

ORGANIZA:  
Grupo de Investigación de Tecnologías Verdes de la FP-UNA (GITV), en el marco del Proyecto del Rectorado 2018: "Estudio de Reciclado, Preparación y Caracterización de Materiales Compuestos y en el marco del Biodegradables".

FPUNA CONSTRUYENDO EL FUTURO

f t youtu.be

Figura 3. Campaña de Recolección de residuos plásticos PET – 2018 Ñaipytyvũ Paraguáiipe, RECICLEMOS".

## RESULTADOS

La utilización de productos reciclados fomenta menor consumo de insumos y materias primas tales como combustibles fósiles que no son renovables, los cuales lleva a una menor generación de dióxido de carbono en la atmósfera, e incorpora el material a los ciclos productivos, contribuyendo a un ciclo de vida de producto cerrado y economía circular. De acuerdo a esto se llega al desarrollo sostenible, que permita el aumento de la calidad de vida de los ciudadanos, comprometiendo fundamentalmente el bienestar de las generaciones futuras, por lo que se deben asegurar de cumplir con los requisitos especificados en la legislación, que puede ser

una parte de la solución para que los materiales reciclables sean impulsados por el mercado para ser sostenibles. La introducción de un programa de reciclaje o desviación de desechos verdes que se presente con información clara y concisa a los consumidores, tiene el mayor impacto posible en la cantidad de desechos que se reciclan. En total se recolectaron 2.221 Kg de material plástico polietileno tereftalato “PET”, se depositan en bolsas por separado, en un lugar seco, limpio y donde no hay acceso de sol. Todo el material plástico fue llevado a laboratorio de ciencias de los materiales.

La disposición final de residuos en vertederos y rellenos califica como

controversiales frente a los avances tecnológicos del siglo XXI, es necesario aplicar todo el ingenio e innovación para brindar soluciones a la problemática de la gestión de residuos sólidos (Figura 4).

En Paraguay se encuentra que los residuos sólidos presentan valores altos de 1 Kilogramo, Habitante, Día, la disposición final de residuos son 20 % en vertederos a cielo abierto, 37 % relleno sanitario y 40 % vertederos controlados, más es importante señalar que estudios sobre el tratamiento de residuos sólidos urbanos por medio de tecnologías en soluciones ambientales que pueden ser aprovechados e introducidos en procesos

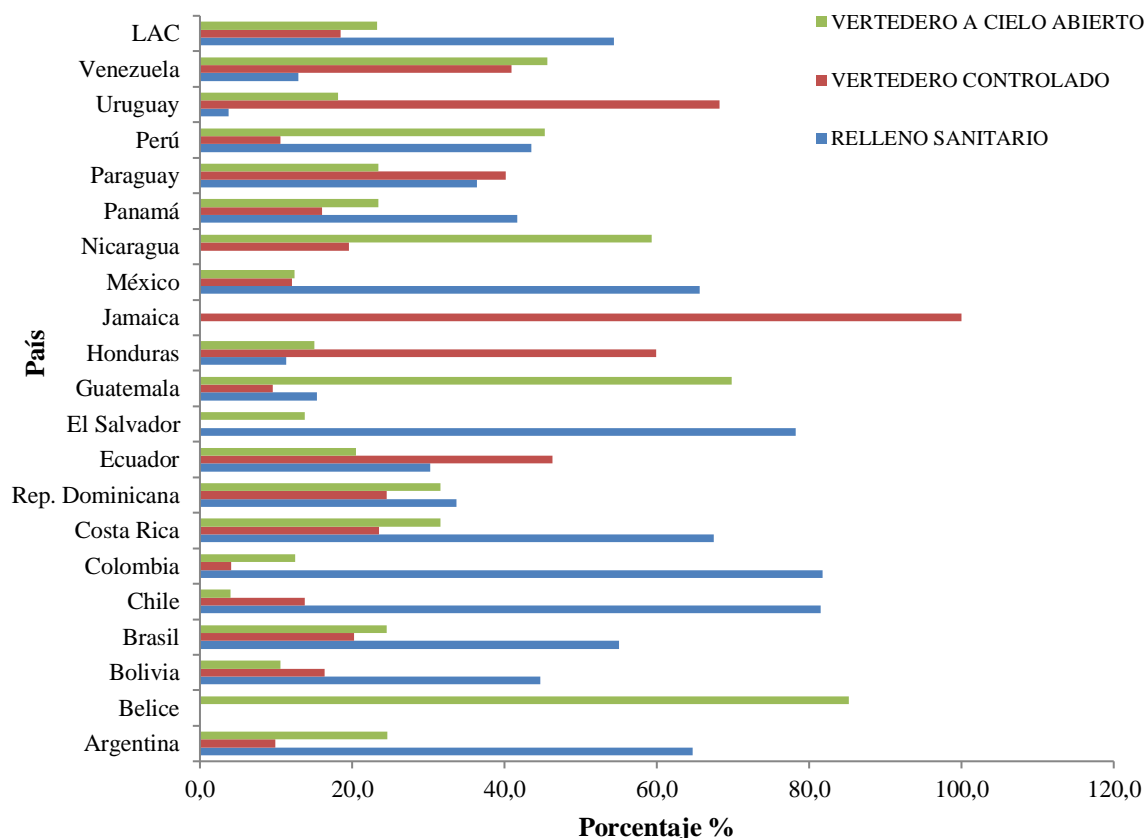


Figura 4. Disposición final por comparación con países de América Latina y el Caribe. Fuente: Banco Mundial, Dirección de desarrollo sostenible América Latina y el Caribe.



productivos y que presentan un potencial de estudio bajo laboratorio de materiales, de manera que no se han publicado o realizado de forma extensa y dirigido hacia un enfoque social en la ciudadanía del Paraguay para fomentar las acciones en busca del desarrollo sostenible. Es por esto que en la Facultad Politécnica se generan una gran cantidad de residuos plásticos desechables como los envases y botellas de polietileno tereftalato y se encontró que la educación ambiental es comprendida como desarrollar acciones para el logro de competencias que permita el ejercicio de ciudadanía ambientalmente responsable, adicionalmente los informativos ambientales como logro al compromiso ambiental que busca cultura y una sociedad orientada a la formación de una sociedad con visión sostenible, competitiva, inclusiva y con identidad.

La concientización ambiental se trata de un concepto multidimensional, en el que han de identificarse varios indicadores. Para que un individuo adquiera un compromiso con el desarrollo sostenible tal que integre la variable ambiental como valor en su toma de decisiones diaria es necesario que este alcance un grado adecuado de conciencia ambiental a partir de unos niveles mínimos en sus dimensiones cognitiva, afectiva, activa y conativa pues es parte del desarrollo humano. En la Facultad Politécnica los afiches informativos construyen una idea y conceptualizan a los estudiantes, funcionarios y ciudadanía en el potencial aprovechamiento de las botellas PET, los contenedores dispuestos en las zonas de la

facultad han sido utilizados en la mayoría de los casos para disponer de material plástico como lo indica el afiche informativo y la cantidad de material plástico aprovechable.

Debido a la importancia de lo ya mencionado, surgen las líneas de investigación que buscan ser amigables con el medio ambiente reduciendo cualquier tipo de residuos y darle una transformación al material que proporciona un valor agregado al formar un compuesto con otro material como el aserrín virutas o restos maderas de las carpinterías en este caso de la especie “*Yvyrapyta*” (*Peltophorum dubium*), también conocida como “árbol de Artigas” y puede llegar a ser incorporado como materia prima en la producción de bienes, después del estudio de las propiedades en laboratorio para luego establecer las potenciales usos y aplicaciones de los material.



**Figura 5. Material encontrado de restos de comidas, restos de cartuchos de tintas de impresoras, gomas de mascar.**

Como se muestra en la Figura 5, éstas imágenes que se observan es lo que debemos ir erradicando de nuestra sociedad, con más iniciativas ambientales, con más informaciones y conocimientos, la nota negativa sin duda alguna fue que algunos de los contenedores que han sido colocados en

los lugares estratégicos de la facultad, se han utilizado como basureros de restos de comidas, restos de cartuchos de tintas de impresoras, gomas de mascar y otros tipos de materiales, dando una impresión que las personas que han arrojado dichos residuos, no han leído el afiche informativo puesto encima de cada contenedor, y tampoco, no se han fijado que cada recipiente llevaban un



distintivo de **PLÁSTICOS PET**. Esto da la pauta que en nuestro país se debe seguir promoviendo campañas ambientalistas, con programas de acción educativa que ayude a la concienciación del individuo de incorporar nuevos hábitos en su forma de vida, y ser consecuente con el medio ambiente como parte integrante de su ecosistema.

## DISCUSIÓN

El plástico es un material fácilmente moldeable y que adopta infinidad de formas y colores, se presenta en la figura 6 una clasificación que se denomina código de identificación de resinas en la que se muestra los números del 1 hasta el 7 con su respectivo contenido de resina, desarrollados en 1988 por la Sociedad de la Industria de Plásticos de Estados Unidos. Hoy en día el uso del código de identificación de resinas se ha extendido, la ASTM (organización de normas internacionales) ha establecido la clasificación y considera el agregado de nuevos tipos de resinas, para incluir potencialmente películas para embalaje y productos terminados reutilizables y/o reciclables. En nuestro caso, se toma el código

de ASTM aplicado a el material polietileno tereftalato “PET” con el número 1, además, esta clasificación se utiliza en sistemas de codificación similar en el Reino Unido y en China (Banco Mundial, 2018).



**Figura 6. Clasificación para los plásticos por la ASTM.**  
Fuente: ASTM International.

La unión europea presenta datos sobre la generación y tratamiento de los residuos, lo cual es significativo en el momento de comparar y de tener un mayor conocimiento del panorama a nivel mundial (Pires et al., 2011). En Paraguay se encuentra que los residuos sólidos presentan valores altos de 1 Kilogramo, Habitante, Día, la disposición final de residuos son 20 % en vertederos a cielo abierto, 37 % relleno sanitario y 40 % vertederos controlados, más es importante señalar que estudios sobre el tratamiento de residuos sólidos urbanos por medio de tecnologías en soluciones ambientales que pueden ser aprovechados y que presentan un potencial de estudio bajo laboratorio de materiales (OPS/OMS, 2001). Es por esto en la Facultad Politécnica se genera una cantidad de residuos plásticos en los días de duración del presente estudio de 2.221 Kg de material plástico, siendo una gran cantidad de residuos plásticos desechables como los envases y botellas de polietileno tereftalato, más pueden reprocesarse en muebles de exterior, marcadores en el camino y tablonés resistentes a la putrefacción para usos junto al agua y se queman limpiamente con un valor de

combustible igual al diesel o gas natural (Ragaert et al., 2017).

Las botellas de plástico en su mayoría provienen de algunos tipos de polímeros como el polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (PEAD) y polietileno de baja densidad (PEBD). En esta ocasión nuestro estudio de investigación recayó sobre las botellas de PET que pueden ser recicladas una vez llega al centro de acopio en condiciones que permitan ser manejados, deben llegar en lo posible limpias, las tapas y las etiquetas serán retiradas ya que éstas son del tipo de polietileno de alta densidad (PEAD) y polietileno de baja densidad (PEBD) respectivamente (Rowell, 2006). De esta manera se procede a un trato más eficiente, sin que puedan mezclarse los tipos de polímeros, evitando que pueda afectar a las propiedades a la hora del proceso de transformación (García-Velázquez, Amado-Moreno, Casados-Pérez, & Brito-Páez, 2013). Sin embargo, surge la necesidad de estudiar y analizar sus características después de su transformación y realizar un diagnóstico de las propiedades químicas, mecánicas y físicas dentro de la tecnología de los materiales.

En conclusión los estudiantes y funcionarios han mostrado una buena acogida con la información publicada sobre residuos plásticos reciclables, además, han comprendido la problemática ambiental y social, utilizando adecuadamente los basureros colocados en los puntos mencionados.

Como recomendación es importante seguir

fomentando la participación de estudiantes y profesores de múltiples disciplinas en los grupos de investigación para enfrentar problemáticas presentes en la sociedad que resultan de las actividades humanas, pues convergen en temas coyunturales que presenta buena calidad con capacidad creativa, rigurosidad científica y sensibilidad social.

En cuanto a la limitación del estudio, abarcar más espacio y hacer partícipe a la mayor parte de ciudadanos de la universidad porque es necesario seguir desarrollando continuamente campañas de concientización ciudadana para evitar y reducir la acumulación de desechos urbanos y mejorar la calidad de vida con alternativas como el reciclaje y aprovechamiento de residuos.

**Declaración de interés.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashori, A. (2008). Wood-plastic composites as promising green-composites for automotive industries! *Bioresource Technology* 11 (9), 4661-4667. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.09.043>
- Banco Mundial. (14 de Mayo de 2018). What a Waste 2.0 (i). Obtenido de Infografía: Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050. BIRF. AIF. <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- González Gaudiano, E. (2003). Educación para la ciudadanía ambiental. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Interciencia*, 28(10), 611-615.
- OPS/OMS. (2001). Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Paraguay. Sistema Nacional del Ambiente. Consejo Nacional del Ambiente. División de Salud y Ambiente. [https://www.paho.org/par/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=60-analisis-](https://www.paho.org/par/index.php?option=com_docman&view=download&alias=60-analisis-)



- sectorial-de-residuos-solidos-en-paraguay&category\_slug=publicaciones-con-contrapartes&Itemid=253
- Pires, A., Martinho, G. & Chang, N.-B. (2011). Solid waste management in European countries: A review of systems analysis techniques. *J. Environ. Gestionar*, 92(4), 1033-1050. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.11.024>
- Ragaert, K., Delva, L. & Van Geem, K. (2017). Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. *Waste Management*, 69, 24-58. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.044>
- Rowell, R. M. (2006). Advances and challenges of wood polymer composites. En: *Proceedings of the 8th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium, Advances and Challenges in Biocomposites*. (pp. 2-11). Kuala Lumpur. Forest Research Institute Malaysia. [https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2006/fpl\\_2006\\_rowell001.pdf](https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2006/fpl_2006_rowell001.pdf)
- Schwarzkopf, M. & Burnard, M. D. (2016). Wood-Plastic Composites--Performance and Environmental Impacts. En: A. Kutnar & S. Muthu, *Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes* (pp. 19-43). Springer.