



Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness

*Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global*

# PROMOCIÓN DE LA GESTIÓN RESPONSABLE DE RESIDUOS COMO ESTRATEGIA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN INGENIERÍA

Miguel Ortega, Sandra Méndez Fajardo, Diana García, Vanessa Choles, Carlos Preciado, Carlos Torres

Pontificia Universidad Javeriana  
Bogotá, Colombia

## Resumen

Un proyecto de gestión integral de residuos sólidos, que hace parte de los ejes temáticos de la práctica social y del Programa PROSOFI en la Pontificia Universidad Javeriana se convierte en la oportunidad para que estudiantes se acerquen a la problemática de comunidades en Usme, enriqueciendo sus conocimientos en torno a este tema. A partir de las expectativas de la comunidad se identificó la oportunidad de trabajar colaborativamente en el fortalecimiento de las buenas prácticas en el manejo de residuos, cuyo éxito depende en gran medida de educación ambiental. Los cambios culturales requeridos para la separación de residuos fueron trabajados a partir de estudiantes, docentes, familias y administrativos de dos colegios y su entorno, mediante acciones lideradas por estudiantes y profesores javerianos. Un factor relevante fue armonizar las acciones del proyecto con la política pública de Bogotá Basura Cero y el Plan de Inclusión para el Distrito Capital. Este espacio académico brinda una experiencia personal para los estudiantes de ingeniería, pues pueden contrastar la teoría con la práctica en un contexto real, exigiendo que el estudiante ponga en práctica no sólo conocimientos adquiridos, sino que además desarrolle sus habilidades de comunicación, organización y liderazgo, para tratar de transformar realidades existentes en un entorno social. Para la comunidad es un valor agregado el involucrar a los estudiantes que ofrecen oportunidades de mejora, mientras que para los estudiantes de ingeniería representa una oportunidad de complementar sus conocimientos y también fortalecer sus capacidades de responsabilidad social.

**Palabras clave:** gestión integral de residuos sólidos: colegio: territorio: participación, práctica social en ingeniería

## Abstract

*A project related to the solid waste management as part of the topics of the social practices and the PROSOFI program at Pontificia Universidad Javeriana becomes an opportunity for students to approach the problematic in communities in Usme, Bogotá, and enrich their knowledge on the subject. According to the community expectations the opportunity of collaborative work was identified in order to strengthen good*

*practices in waste management whose success depends largely on environmental education. Cultural changes required for waste separation were worked from students, teachers, families and administrative staff within two high schools and their adjacent context through actions led by students and scholars from Pontificia Universidad Javeriana. An important element was to harmonize the actions of the project with the Bogotá Zero Waste Program and with the Recyclers Inclusion Plan for the city. This academic project provides a personal experience for engineering students because of the possibility to compare theory and practice in a real context, which requires that the students not only apply knowledge but also develop their communication, organization, and leadership skills to try to transform existing realities in a social setting. For the community is an added value to involve students that provide opportunities for improvement, while for engineering students represents an opportunity to complement their knowledge and to strengthen their social responsibility abilities as well.*

**Keywords:** *integral solid waste management; high school; territory; participation; social practice in engineering*

## 1. Introducción

A partir de la década de los 70 empezaba a tomar fuerza en el ámbito internacional la preocupación por la crisis ambiental y frente a esta situación los países buscaban formas de implementar la Educación Ambiental como estrategia para resolverla. Los primeros avances en Colombia sobre este tema surgen a partir de la expedición del Decreto 1337 de 1978 el cual incluye la Educación Ecológica y del Ambiente dentro del currículo de educación en todos sus niveles y así mismo se crea una comisión de Educación Ecológica y del Ambiente en el Ministerio de Educación Nacional. Formalmente en la Constitución Nacional de 1991 se asigna al sector educativo la responsabilidad de aplicar programas que apuntara a la Educación Ambiental en todos los sectores de la educación. A partir de la Constitución Nacional de 1991 se crean entes encargados específicamente de gestionar y controlar la conservación del Medio Ambiente, como el Ministerio del Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental SINA. Así mismo en el año de 1994 se empieza a dar especial atención al tema de generación, aprovechamiento, eliminación y disposición final de residuos sólidos mediante la prestación de servicios públicos domiciliarios.

Una vez el tema de residuos sólidos es considerado como prioridad en la ciudad, se empiezan a establecer leyes y estrategias en pro de su adecuado manejo y aprovechamiento a través del reciclaje. Se dictan normas prohibitivas con relación al manejo de residuos peligrosos y se establece el comparendo ambiental a todos los infractores de normas de aseo y disposición inadecuada de escombros. En el año 2006 se diseñó el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos, PMIRS, a través del cual se busca crear en la población una cultura de minimización, aprovechamiento y separación en la fuente lo que se conoce como la Estrategia 3R (reducir, reutilizar y reciclar). De esta manera se busca implementar la Educación Ambiental como herramienta para un cambio en los hábitos de la población y así mismo se establecen planes obligatorios para las entidades para que todas las personas sean capacitadas en el tema de separación de residuos sólidos. Adicionalmente, en los colegios se exige la implementación del Proyecto Ambiental Escolar PRAE, que tiene como objetivo incluir todas las necesidades ambientales del entorno respectivo del colegio como puede ser la contaminación de las calles y de cuerpos de agua aledaños por el inadecuado manejo de residuos sólidos, contaminación por ruido, entre otros; una vez son identificadas las problemáticas ambientales se deben buscar alternativas de solución o mitigación que sean aplicadas desde la misma institución educativa y proyectadas a su comunidad aledaña. El PRAE se convierte en una

estrategia fundamental para la educación en separación de residuos en el marco del Programa Bogotá Basura Cero (UAESP, 2011).

Por otro lado, la Pontificia Universidad Javeriana contempla en sus lineamientos fundantes la responsabilidad ambiental y el servicio social por parte de toda la comunidad educativa. De esta manera desarrolla proyectos que permiten formar de manera íntegra a los estudiantes y a todos sus funcionarios; así mismo tiene como objetivos comprometer como ciudadanos y como profesionales a sus egresados con la sociedad, promulgar su una participación política y aportar mediante sus conocimientos a mejorar la calidad de vida de la población en general.

En este marco, desde el año 2010, la Facultad de Ingeniería inició el diseño participativo e implementación del Programa Social PROSOFI, mediante el cual se pretende acompañar el desarrollo integral de la comunidad de Usme, mediante el desarrollo de iniciativas interdisciplinarias e interinstitucionales, en un marco dictado por las necesidades, proyecciones y dinámica propios de la comunidad beneficiaria, dentro de los cuales las temáticas ambientales han sido relevantes desde el inicio. El proyecto descrito en el presente artículo planteó el objetivo de reforzar las buenas prácticas de gestión integral de residuos sólidos en el territorio, a partir de las acciones generadas desde el colegio como institución relevante dentro del sistema de gestión integral de residuos sólidos, por su potencial impacto en educación ambiental, no sólo en estudiantes sino también en sus familias.

## **2. Metodología**

El proyecto se diseñó con los colegios Distrital Ofelia Uribe de Acosta y San Gregorio Hernández, el cual es de recursos tanto públicos como privados, ambos ubicados en la UPZ Gran Yomasa de Usme, territorio de acción de PROSOFI. Desde el inicio se involucró también ASOBEUM, Asociación de Bodegueros y Recicladores de Usme, organización formal que participa en las acciones que Bogotá está desarrollando en el marco de la política Basura Cero y el Plan de Inclusión, cuyo modelo se inició con más fuerza en diciembre de 2012. El equipo que desde la Pontificia Universidad Javeriana se conformó incluye profesores y estudiantes de Ingeniería Civil, Industrial y de Sistemas, de la Facultad de Ingeniería, además de una experta de la Facultad de Educación que desde sus conocimientos sobre educación, pedagogía y herramientas multimedia y virtuales aplicadas a la formación de grupos poblacionales, fortalece la interdisciplinariedad que exige la atención problemas complejos como el abordado.

La metodología diseñada para lograr los objetivos del proyecto se dividió en tres fases: búsqueda de información, análisis de los datos y planteamiento de conclusiones y recomendaciones. En la primera fase se buscó identificar la conformación de redes y actores tanto al interior de cada colegio, como en su entorno inmediato, incluidas las instituciones distritales relacionadas con la temática trabajada. Los principales métodos usados fueron la observación directa (Yin, 2011), la aplicación de encuestas (Briones, 2003), y la conformación de una mesa de trabajo grupal en la cual participaron cada 15 días tanto docentes como estudiantes y, según el tema a tratar en cada una, invitados relacionados como las Secretarías de Educación, de Ambiente, la UAESP (Unidad Administradora Ejecutiva de Servicios Públicos), entre otros. Espacios adicionales de trabajo interinstitucional se implementaron en campo, tanto con los colegios como con las asociaciones de recicladores. Con el fin de complementar la información, se realizaron en cada colegio caracterizaciones de residuos generados, como base para medir el posible impacto de las acciones iniciadas durante el año del proyecto.

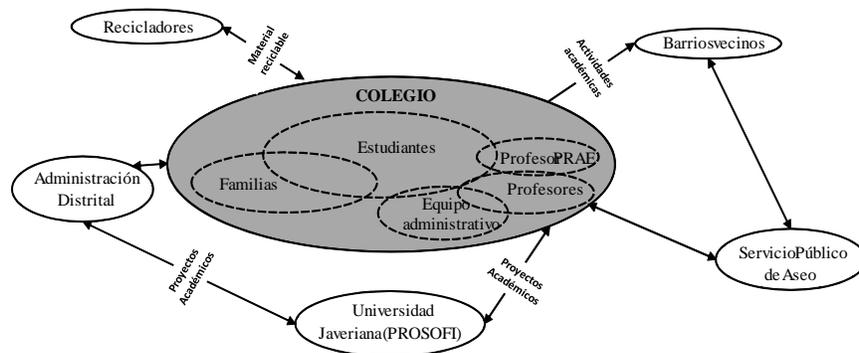
El análisis de los datos se enfocó tanto a la construcción de una línea base relacionadas con las acciones de gestión de residuos sólidos en cada zona trabajada, como en el análisis comparativo entre ambas instituciones y sus contextos. La comparación se realizó principalmente entre la composición de los residuos generados en cada institución, como en las redes internas y externas conformadas por los diferentes actores. En la línea base se incluyeron actores externos con los cuales ya existía alguna relación relacionada con la GIRS, así como actores con los que potencialmente se podrían generar nuevos vínculos, como comercio y organizaciones sociales, entre otros.

Finalmente, con los análisis realizados, se procedió a elaborar conclusiones derivadas del proyecto, y como aporte importante, las recomendaciones que de allí surgieron también para mejorar la GIRS en colegios y territorios adyacentes, en general.

### 3. Resultados y discusión

#### Gestión de residuos sólidos

El colegio San Gregorio Hernández tiene una comunidad educativa promedio de 330 personas, mientras que el Ofelia Uribe de Acosta, cerca de 2700, convirtiéndolo en uno de los *mega* colegios de Bogotá; adicionalmente, el primero es de naturaleza pública/privada, mientras que el segundo es distrital. Las relaciones identificadas con actores externos e internos se aprecian en la figura 1. En ambos territorios se encontraron pocas relaciones y adicionalmente débiles, sin embargo, se identificaron los potenciales de vínculos que se pueden generar a través de actividades como reciclaje y proveeduría de productos verdes o de productores ambientalmente responsables (comercio), de modo que la gestión de residuos al interior de los planteles se pueda enfocar también hacia la minimización en la generación.



**Figura 1.** Relaciones encontradas entre cada colegio y su entorno territorial, a través de la gestión integral de residuos sólidos.

En ambos colegios se identificó como documento importante el PRAE (Programa Ambiental Escolar), coincidiendo en los objetivos de generar un cambio de actitud en la comunidad educativa (estudiantes, padres, docentes, y directivos), mediante acciones pedagógicas que faciliten la concientización y fomento de la conservación y protección del medio ambiente escolar y extraescolar. Las acciones dirigidas desde esta estrategia son principalmente: la conformación de un comité ambiental, proyectos de agricultura urbana, lombricultura y compostaje, cosechas de agua lluvia, manejo de residuos sólidos y reciclaje, así como cuidado y restauración de zonas verdes.

Con respecto a los residuos sólidos, ambos colegios cuentan con canecas para la recolección de reciclables y no reciclables. En el Ofelia Uribe de Acosta por ejemplo, se implementaron puntos ecológicos, localizados

dentro de los salones y en zonas comunitarias del campus (Figura 2). Dentro de los salones se encuentran dos tipos de canecas: verde (no reciclables) y naranja (reciclables), mientras que en el resto del campus los puntos ecológicos están conformados por tres canecas: azul (plástico), gris (orgánico), verde (inorgánico). A pesar de esto, se observó que el propósito de separar no se cumple.



**Figura 2.** Puntos ecológicos en el Colegio Distrital Ofelia Uribe de Acosta. Izq: Campus, Der: Salones

Por otro lado, la composición de residuos en ambas instituciones se observa en la tabla 1, en donde se verifica el potencial de reciclaje debido a los altos porcentajes de papel, cartón y plástico.

Elemento	COLEGIO (%Residuo)	
	OUA	SGH
Papel	25	21
Cartón	26	10
Plástico	17	32
Orgánicos	20	21
Otros	12	16

**Tabla 1.** Composición de residuos sólidos generados en ambas instituciones

A pesar de la diferencia de población entre ambos colegios, la composición en la generación de residuos diarios no refleja diferencia importante.

Se observó que la eficiencia en la separación es baja, a pesar de las campañas que se realizan periódicamente y de la identificación de los materiales en las canecas mediante listados de los materiales a disponer en cada una. Una de las mejoras a implementar es que en vez de palabras que describan qué residuos corresponden a cuál artefacto, se realice esta descripción con imágenes que generen más recordación y en los niños más pequeños, comprensión. También se identificó la oportunidad de generar estrategias de motivación como concursos o juegos que fortalezcan el aprendizaje. Con respecto a este último punto, se verificó que las herramientas virtuales, multimedia y juegos, son las más efectivas en actividades de educación ambiental con niños y jóvenes, según las respuestas de las encuestas aplicadas.

### Formación en ingeniería

La Ingeniería Civil, dentro del ejercicio profesional, cumple con una función activa de transformación de realidades y calidad de vida, incluyendo temas sociales, económicos y ambientales. Con este proyecto se fortalece el vínculo de educación ambiental en ambos colegios y en la comunidad en general, presentándose

además una oportunidad para que los estudiantes de ingeniería vinculados también reflexionen sobre la temática, desarrollen, apliquen y contextualicen conceptos y teorías aprendidas a lo largo de su carrera en un grupo poblacional real. En este proyecto específico, temas estudiados en asignaturas como ingeniería ambiental y gestión de residuos, las cuales hacen parte del programa de Ingeniería Civil, fueron aplicados a través de la práctica social.

Desde el inicio del proyecto, cada uno de los estudiantes javerianos se convirtieron en actores relevantes en el sistema de gestión de residuos en cada colegio en general en la dinámica institucional. Las acciones de los ingenieros en formación generan también que los estudiantes de los colegios los reconozcan como promotores de nuevas ideas, sintiéndose motivados a participar y a seguir el ejemplo.

Por otro lado, espacios académicos y prácticos como este potencian que un futuro ingeniero conozca y experimente técnicas de investigación en campo, desarrolle habilidades para sortear problemas y tomar decisiones inmediatas y desarrolle criterio propio. También aporta herramientas para el trabajo en equipo, habilidades para la distribución de roles, fortalecimiento del liderazgo y de las relaciones interpersonales, expresión corporal y oral, especialmente para coordinar a un grupo grande de personas logrando que todas trabajen para el mismo fin y al final ser capaz de organizar resultados y generar un reporte valioso.

El trabajo social proporciona nociones de las diferencias laborales que pueden existir teniendo en cuenta el contexto en el que se lleve a cabo el trabajo brindando la posibilidad de explorar la forma de trabajo dentro de diferentes sectores sociales, fortaleciendo las competencias de trabajo colaborativo e interdisciplinario.

Finalmente, los estudiantes de ingeniería aumentaron su conciencia frente a la problemática de los residuos sólidos en la ciudad, lo cual potencia su participación y aporte como profesionales desde sus ámbitos de acción laboral, y también como ciudadanos desde sus hogares y círculos sociales, reconociendo la importancia de apoyar programas como Bogotá Basura Cero o los que las ciudades y municipios desde sus gobiernos intentan implementar.

#### **4. Conclusiones y recomendaciones**

Con la experiencia vivida se verificó la importancia que cada colegio tiene dentro de su contexto territorial, además del potencial frente a la formación de ciudadanos responsables, no solo a través del entrenamiento a estudiantes, sino también en la repercusión en sus núcleos familiares.

La política pública de los Programas Ambientales Escolares PRAE ha sido una estrategia con un potencial importante, sin embargo, falta dar fuerza a la generación participativa de estrategias y a la asignación de recursos para el desarrollo de las mismas de modo que el impacto logrado sea mayor.

La práctica social es quizás para muchos ingenieros en formación la primera aproximación al trabajo en campo en el que se involucran varios actores dentro de la comunidad, encontrando la oportunidad de aplicar de la manera precisa conocimientos adquiridos en diversa asignaturas, espacio para fortalecer la formación de ingenieros líderes con estrategias para elaborar y emprender proyectos en pro de la sociedad. Forma ingenieros más sensibles a los problemas actuales otorga la confianza de entenderse como profesionales capaces de transformar realidades y mejorar la calidad de vida de la comunidad, razón por la cual este espacio debería ser una asignatura del núcleo básico de todos los programas académicos de la disciplina en cualquiera de sus áreas de acción.

El estudiante de Ingeniería civil a lo largo de la ejecución de un proyecto social en una comunidad logra involucrarse con muchos miembros de la misma, logrando establecer vínculos que pueden significar generación de nuevos empleo, continuación con proyectos dentro de la comunidad y en general constituyen un crecimiento para la comunidad, siempre y cuando esta esté dispuesta y se cuente con la colaboración activa de los miembros.

## Referencias

- Briones, G., 2003. Metodos y tecnicas de investigacion para las ciencias sociales / Research Methods and Techniques for the Social Sciences. Editorial Trillas Sa De Cv.
- Colegio Distrital Ofelia Uribe de Acosta. Programa Escolar Ambiental PRAE
- Colegio San Gregorio Hernández. Programa Escolar Ambiental PRAE
- UAESP, Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2011. Plan de Inclusión en el marco del Programa Bogotá Basura Cero. Alcaldía Mayor de Bogotá
- Yin, R.K., 2011. Applications of Case Study Research, Third Edition. Ed. SAGE Publications, Inc.

## Sobre los autores

- **Miguel Ortega**, Ingeniero Civil. Profesor Proyecto Social Universitario en el Programa de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. [mortega@javeriana.edu.co](mailto:mortega@javeriana.edu.co)
- **Sandra Méndez Fajardo**, Ingeniera Civil, PUJ. Magíster en I.C., U. de los Andes. Estudiante de Doctorado en Ingeniería, PUJ. Profesora Asistente Departamento de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. [Sandra.mendez@javeriana.edu.co](mailto:Sandra.mendez@javeriana.edu.co)
- **Diana García**, Estudiante Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. [dgarciaz@javeriana.edu.co](mailto:dgarciaz@javeriana.edu.co)
- **Vanessa Choles**, Estudiante Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. [vcholes@javeriana.edu.co](mailto:vcholes@javeriana.edu.co)
- **Carlos Preciado**, Estudiante Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. [C.preciado@javeriana.edu.co](mailto:C.preciado@javeriana.edu.co)
- **Carlos Torres**, Estudiante Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. [ctorresz@javeriana.edu.co](mailto:ctorresz@javeriana.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)