

## **6. Un mejoramiento al micro y macro sistema del programa basuras cero para Bogotá: análisis de caso asociado a un proceso de innovación ambiental**

Adriana Gutiérrez-Bayona<sup>1</sup>  
Diego Piracoca-Chaves<sup>2</sup>

El presente capítulo expone una la evaluación de las estrategias públicas respecto al reciclaje; por lo cual, en primera medida se hace una contextualización del marco legal del sistema de basuras en Colombia, para dar paso al contexto de Bogotá, lugar donde se implementa el programa de basuras cero, el cual es analizado y evaluado por los autores.

A partir de lo anterior, se caracterizará el lugar, agentes y estrategias, de acuerdo con los supuestos de los sistemas micro y macro ergonómicos, con el fin de obtener una mirada holística de las interacciones entre actores del sistema, así como el patrón de consecuencias al momento de modificar cualquier aspecto o elemento que se encuentra dentro del mismo.

### **Marco legal del sistema de basuras en Colombia**

Colombia ha desarrollado un completo sistema legal para el control de basuras, formado por 16 leyes nacionales. No obstante, debido a que el trabajo se centrará en la basura biodegradable, sólo las normas más relevantes serán mencionadas. La norma central es la Ley 142 de 1994, la cual define los requerimientos y procedimientos para el establecimiento de un servicio público de aseo justo (Congreso de Colombia, 1994); en otras palabras, ésta garantiza la participación de entidades privadas en el campo y también delinea el proceso de cálculo de precios del servicio.

El sistema socio-económico colombiano hizo necesario regular el mercado de los servicios públicos: dada la existencia de ciudadanos con bajos ingresos, el Estado ha dividido los precios basados en los 6 diferentes

---

<sup>1</sup> Internacionalista de la Universidad del Rosario. Master (MSc) in Carbon Management, University of Edinburgh.

<sup>2</sup> Diseñador Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.

estratos con el fin de simplificar el cálculo de los pagos de las compañías públicas y privadas. Al mismo tiempo, con la ley 142, el Estado dejó en manos de las diferentes autoridades locales el control del sistema de aseo con el objetivo de “asegurar la eficiencia del servicio” (DNP, 2008, p.5).

En 1998 por la boga de los temas medioambientales, el Ministerio de Ambiente dictó la Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos con el propósito de encontrar un método para crear una economía circular y proteger el medio ambiente. Siguiendo este ideal, con el Decreto (De.) 1713 de 2002 se definieron los requerimientos mínimos para los servicios sanitarios y se estableció la obligación de crear políticas y planes locales para la sostenibilidad del manejo de basuras.

Después los decretos: De.1140/2003, De.1505/2003 y De.838 de 2005 modificaron parcialmente el De. 1713; estas medidas definieron las unidades de almacenamiento para basuras, las exigencias para la disposición final de residuos sólidos y los requerimientos técnicos para el uso de rellenos sanitarios en el país. Adicionalmente, para avanzar en el tema, la ley 1151/2007 fue dictada para definir un sistema de finanzas para la creación de rellenos sanitarios en los territorios locales (Congreso de Colombia, 2007); esto era parte del Plan de Desarrollo Nacional de 2006-2010.

Con la ley 142, las políticas y decretos en acción, en Colombia crearon un completo marco legal para el manejo de los residuos sólidos; sin embargo, por la aparición de nuevas dinámicas aparecieron después de la integración del sector privado en el mercado de los servicios públicos, el decreto 2981 apareció en 2013 para regular el ciclo del servicio de aseo, en otras palabras, se tuvo que definir los derechos y obligaciones de todos los individuos involucrados en el proceso, desde los consumidores hasta las empresas encargadas de la disposición final.

Finalmente, es esencial resaltar la existencia del CONPES 3530 de 2008. Este documento, aunque no es una ley, tiene una alta importancia puesto que fue escrito por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), cuerpo encargado de aconsejar el gobierno colombiano en materia de políticas sociales y económicas. El CONPES 3530 describe el estado del sector de manejo de basuras, con el fin de establecer los lineamientos que deben ser seguidos para superar las dificultades del sector.

El CONPES indica que hay tres razones principales por las cuales el sistema de aseo está fallando: la primera es “es el desconocimiento, ignorancia o la no implementación de las normas, esto fue visto en algunas ciudades dónde había abuso de autoridad o competencia desleal; también se encontró que hay falta de incentivos dentro de la normatividad para la gestión integral de recursos, ya que sólo 58% de las ciudades han seguido la legislación; y finalmente, la insuficiencia de reglamentación técnica o falta de actualización de la misma” (DNP, 2008, P.11).

En este punto, se puede destacar que ha habido cambios significativos en algunas reglas técnicas para los residuos sólidos, y la mayoría de las ciudades han comenzado a promover programas de Basuras-Cero; empero, estas soluciones no han respondido completamente a los problemas actuales de Bogotá D.C. Por lo tanto, se necesita urgentemente una nueva estrategia.

### **Programa Basuras-Cero Bogotá D.C.**

El ex alcalde Gustavo Petro comenzó la implementación de uno de las más difíciles y ambiciosas políticas en Bogotá: el programa Basuras-Cero. En 2012 esta política fue introducida con el artículo 30 del plan de desarrollo de la ciudad; sin embargo, hubo muchos obstáculos y retos durante los últimos dos años, ello lleva a preguntarse: ¿Cuáles son o fueron sus debilidades?

Ciertamente, el artículo 30 define objetivos increíbles y todos ellos son alcanzables:

a. “Reducir la cantidad de basura generada por la sustitución de productos finales con artículos biodegradables.

b. Participación de los ciudadanos a través del uso de campañas del proceso de segregación.

c. Creación de un modelo de reciclaje para Bogotá: regular y formalizar el reciclaje como componente del servicio público de aseo.

d. Reducción de residuos sólidos y la disminución progresiva del uso del relleno sanitario.

e. La reutilización de materiales de construcción.

f. Implementar un modelo eficiente y auto-financiable para el manejo de residuos sólidos peligrosos y especiales.

Adicionalmente, los objetivos principales de esta política buscan lograr lo siguiente:

a. Integrar a los ciudadanos y usuarios del servicio público de aseo al programa Basuras-Cero.

b. Crear 60 empresas de reciclaje.

c. Usar el 20% de los residuos sólidos del relleno sanitario.

d. Re-utilizar el 100% de los residuos de materiales de construcción.

e. Tratar 100% de los residuos sólidos peligrosos y especiales”.  
(Basuras Cero, 2012)

A pesar de lo anterior, el programa no parece tener un itinerario para alcanzar los objetivos listados; eso representa un obstáculo para el proceso de implementación, puesto que no hay límites y obligaciones que puedan acelerar los procesos administrativos y obtener resultados rápidos y reales.

El programa incluye varias instituciones, compañías y actores en su proceso: La UAESP es la institución pública a cargo de la implementación del plan de control de las basuras, atribución del pago de salarios a los recicladores; las compañías de aseo se encargan de recolectar y transportar la basura al relleno sanitario; los recicladores que son parte del programa Basuras-Cero; las compañías de reciclaje; y finalmente el relleno sanitario Doña Juana.

La UAESP y la administración de Petro crearon un marco en que todas las instituciones, compañías e individuos pueden trabajar en conjunto. Hoy día, el sistema tiene un complejo sistema de participación y ha habido campañas de integración de la industria del reciclaje, y algunos puntos de pesaje y recolección fueron creados. Igualmente, se realizaron estudios que ayudaron a moldear el programa, tales como la publicación de la Agencia Internacional de Cooperación del Japón, en el que se enumeran las debilidades del control de basuras, entre ellas está la no actualización de los programas (JICA & UAESP, 2013).

Como consecuencia, durante los últimos años parecen haber habido varios cambios, pero son notables por las controversias en el campo político por la inexistencia de recursos públicos para tan ambicioso proyecto.<sup>3</sup>

Las compañías sanitarias LIME, EAAB, Aseo Capital (Público) y Ciudad Limpia han respondido a la UAESP en términos del cumplimiento de sus servicios a la comunidad. Estas compañías pueden obtener una reducción o cancelación de los impuestos, si reducen la cantidad de residuos sólidos llevados al relleno sanitario. Adicionalmente, las compañías han estado a cargo de promover la participación de la ciudadanía en el proceso de separación de basuras.

Los residuos sólidos fueron clasificados en dos tipos: reciclables y no reciclables, por esto los ciudadanos deben segregar la basura en bolsas blancas y negras; las bolsas negras son recogidas por las compañías de aseo, mientras que las blancas son la responsabilidad de los recicladores; no obstante, la segregación en la fuente parece ser ineficiente, ya que la mayoría de los ciudadanos no saben cómo hacerlo o no desean participar, y por ende es más difícil acelerar el proceso de creación de una economía circular.

Los recicladores son los ciudadanos generalmente de los estratos más bajos, y por esta razón “la comunidad tiende a ignorarlos” (JICA & UAESP, 2013, P. SA 4-29). Gracias al programa de inclusión de la actual administración, este problema parece haber mejorado. Al momento aproximadamente 6,658 de los 13,757<sup>4</sup> recicladores censados obtienen un salario de la EAB E.S.P<sup>5</sup> (UAESP, 2014), en consecuencia su situación económica es más estable y se incentivó la creación de empleo digno.

La inclusión de las compañías de reciclaje ha sido promovida por las campañas de la UAESP mencionadas anteriormente. Los productos segregados de las bolsas blancas son enviados o recogidos por compañías especializadas en diferentes materiales (papel, cartón, metal, vidrio,

---

3 Este punto fue confirmado por la UAESP y el Sr. Augusto Rodríguez (Asesor del Alcalde Mayor de Bogotá). Las entrevistas se encuentran en el apéndice.

4 Entrevista escrita de la UAESP. Documento disponible en el apéndice.

5 Compañía de Acueducto de Bogotá

tetrapak, etc.); los ciudadanos pueden también dirigirse directamente a los puntos de reciclaje con los materiales<sup>6</sup>.

Bogotá y algunos pueblos cercanos envían la basura al relleno sanitario Doña Juana; basados en los reportes el relleno recibe aproximadamente 6,340 toneladas diarias de basura (JICA & UAESP, 2013, P.2). Por consiguiente, se concluyó que se necesitaba nueva tecnología para extender la vida del relleno.

El proyecto consistió en la creación de una planta con dos opciones: la primera y la única usada, es la instalación de tecnología de combustión; y la segunda es la transformación del gas a energía, la cual según la página web de la compañía Biogas Doña Juana, que está siendo implementada en el momento, mediante tecnologías aeróbicas que producen 1.7MwH y se espera poder llegar a 9.8 MwH para una siguiente etapa (UAESP, 2017).

La política de segregación en la fuente no parece tener resultados rápidos, a pesar que no sólo las compañías de aseo, sino también la administración local ha invertido una alta suma de dinero en campañas de difusión. Parcialmente, eso puede ser relacionado con los problemas estructurales que la administración experimentó al iniciar el programa, tales como el mal funcionamiento de los vehículos recolectores de basura de origen estadounidense, y las continuas críticas de los medios de comunicación. Por lo tanto, esta situación pudo haber generado indisposición de los ciudadanos para participar en el esquema del programa Basuras-Cero.

¿Cómo mejorar las inconsistencias anteriormente mencionadas a cada actor y factor del programa Basuras-Cero?

Teniendo en cuenta que ya han pasado varios años desde su implementación, el sistema no parece avanzar hacia las metas anteriormente expuestas. De acuerdo con el informe entregado por la UAESP en Mayo de 2017, existen aún problemas con el control de taludes y lixiviados (sólo 10/24 están parámetros bajo control) (UAESP, 2017). Lo cual, proyecta que el esquema tecnológico planteado no está respondiendo a las necesidades del Relleno Sanitario.

---

<sup>6</sup> Existe una aplicación para informarse de los diferentes puntos y compañías de reciclaje: <http://www.recypuntos.org/>

Por otra parte, el mantenimiento y adecuación de maquinaria evidencia un alto número de falencias, lo cual puede ocasionar una reducción en la calidad del servicio prestado por el operador y de no ser subsanado podría causar que el sistema colapse.

A lo anterior, es imperante agregar que los efectos del cambio climático podrían generar mayor inestabilidad sobre el terreno de Doña Juana, a causa de aumento de lluvias que causen deslizamientos y contaminación en fuentes de agua o aumento de temperatura que agrave los olores que despiden los residuos del relleno que no hacen parte del sistema de aprovechamiento.

Debido a todos los retos expuestos, este artículo iniciará haciendo un acercamiento a conceptos de diseño industrial y ergonomía para encontrar una posible respuesta a los actuales y futuros desafíos del programa basuras-cero.

## **Acercamiento al sistema desde la visión interdisciplinaria del diseño industrial**

El diseño industrial según (WDO) es el proceso estratégico para la solución de problemas que son encaminados a la innovación y modelos de negocios exitosos, proponiendo una mejor calidad de vida a través de productos, sistemas, servicios y experiencias innovativas. Es una profesión transdisciplinaria que aprovecha o usa a la creatividad para resolver problemas y co crear soluciones con el fin de hacer productos, sistemas, servicios, experiencias o negocios. Su alma o corazón proporciona un camino más optimista de ver el futuro para el planteamiento de problemas y oportunidades de diseño para proporcionar un nuevo valor diferencial en las diversas ventajas competitivas a través de las esferas económicas, sociales y ambientales.

### **Ergonomía**

Bajo estos acontecimientos surgió la ergonomía, sub disciplina del diseño industrial. Según (IEA,2012) y citado por Rincón (2017, p. 26) “La ergonomía (o factores humanos) es la disciplina científica relacionada con la comprensión de interacciones entre los seres humanos y los otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica principios teóricos,

información y métodos de diseño con el fin de optimizar el bienestar del hombre y el desempeño de los sistemas en su conjunto”.

### Micro ergonomía

Desde la ergonomía se comienza con el planteamiento de sistemas ergonómicos, en los cuales se estudia y se analiza las interacciones del hombre con el contexto, a través de las acciones/actividades que realizan el sujeto y el uso de objetos para llevar a cabo el cumplimiento de éstas. Dentro del estudio de las interacciones se proponen dos formas que ayudan a comprender estos sistemas. El primero son los sistemas de trabajo, en los cuales el sujeto se encuentra en un espacio laboral y se desenvuelve con elementos propios de éste (Hendrick, 2002), el segundo son sistemas de producto-servicio, en los cuales, el sujeto se convierte en usuario de prueba, dentro de los ambientes a los cuales está destinado un producto (Rincón, 2017, p. 27).

Es así como en la figura 1, se puede visualizar un ejemplo de sistema ergonómico, en el cual está dentro de un marco teórico que plantea una interrelación directa de cada elemento (ser humano, espacio físico, objetos-máquina y entorno). Asimismo, en la figura 2 se puede visualizar otro sistema ergonómico similar al anterior, que a diferencia del primero, se concibe a la actividad como otro elemento importante a tomar en cuenta.

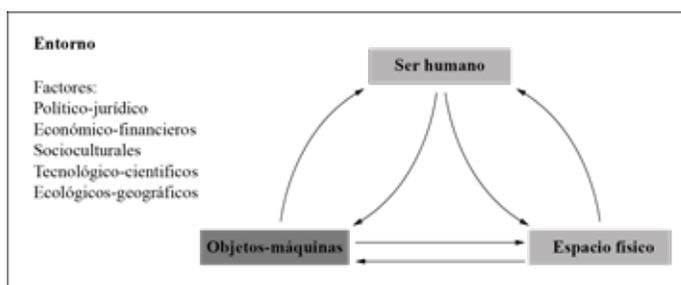
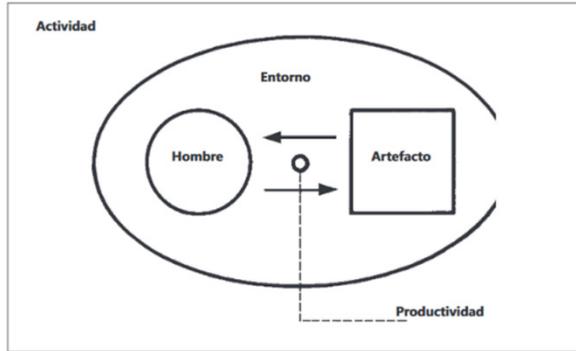


Figura 1. Dinámica del sistema ergonómico

Fuente: (Rincón, 2017, p. 28) Figura 1-1.



**Figura 2.** Interrelación hombre artefacto.

**Fuente:** (Cruz & Garnica, 2010, p. 34) Figura 4.

### Macro ergonomía

Según Hendrick (2002, pp. 3-4) “Conceptualmente, la macro ergonomía es un sistema socio técnico top-down que genera diseño de sistemas, este diseño relaciona el trabajo con el ser humano, el ser humano con la máquina, el ser humano con el software/programas y el ser humano con las interfaces del medio ambiente. A pesar del concepto top-down, la macro ergonomía involucra el análisis de sistemas de trabajo en todos los niveles organizacionales (micro ergonomía). Esto usualmente, involucra cada sujeto/ser humano hasta todos los niveles del sistema”.

A través de este enfoque se puede contar como principal desarrollo el diseño de las empresas, afectando los puestos de trabajo, los procesos productivos, la aplicación de tecnologías y la organización de la misma (Hendrick, 2002, p. 3).

Es así como en las figuras 3 y 4 se pueden ver dos ejemplos de sistemas macro ergonómicos que contemplan las variables internas del componente micro ergonómico (puestos de trabajos, factores psico sociales, subsistemas tecnológicos) hasta las variables externas relacionadas a una organización (Estructura organizacional, el personal, medio ambiente, políticas, cultura, mercado y competencia global).

Un mejoramiento al micro y macro sistema del programa basuras cero para Bogotá: análisis de caso asociado a un proceso de innovación ambiental

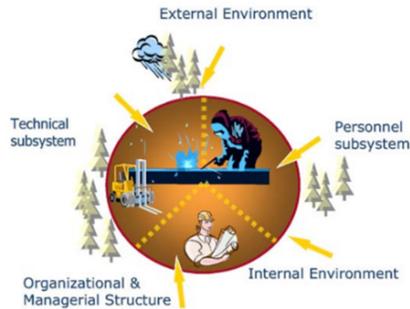


Figura 3. Sistema básico macro ergonómico.

Fuente: (Kleiner, 2006, p. 83. Figure. 1. Basic work system model).

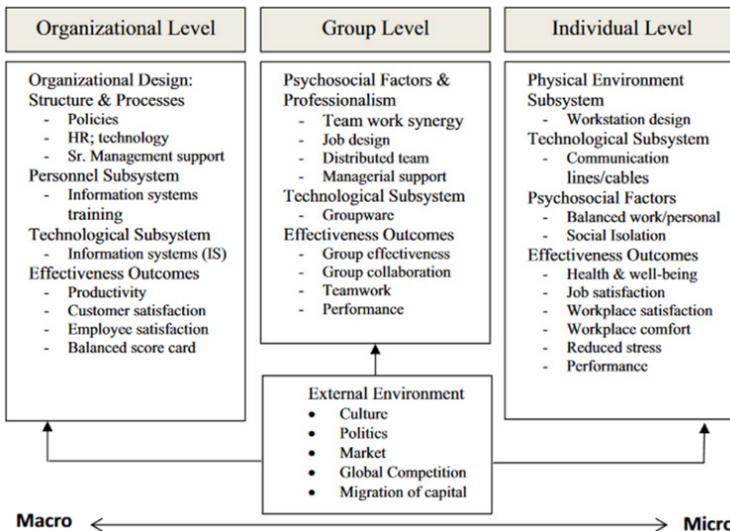


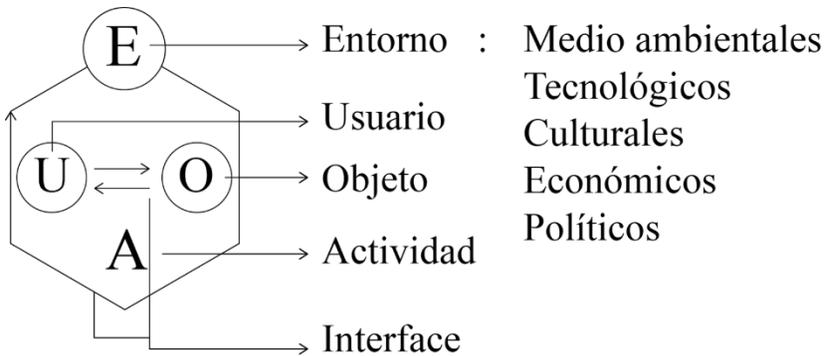
Figura 4. Sistema macro ergonómico.

Fuente: (Robertson, Schleifer, & hsiang Huang, 2012, p. 2614. Figure 1. Telework A Macroergonomics Work System Design Perspective)

A diferencia de los enfoques de diseño de la empresa, abordados y dirigidos desde la macro ergonomía, con este artículo se propone un nuevo caso de aplicabilidad, el cual es direccionado hacia la aplicación de sistemas complejos, que cuenten comunidades, grupos de personas, políticas, estrategias y empresas. Bajo estos parámetros, se desarrollará un debido estudio y análisis al programa de basuras cero en la ciudad de Bogotá bajo el enfoque macro ergonómico.

### Propuesta de sistema micro ergonómico

Con base en la figura 1 y 2, se propone un nuevo microsistema. Este, se encuentra enmarcado por un entorno que a su vez, tendrá unas variables especiales: Medio ambientales, tecnológicas, culturales, económicas y políticas. Las cuales, por obligación deben ser descritas para facilitar la comprensión del marco general del microsistema. La actividad permite la interfaz/contacto directo entre el usuario con el objeto. La flecha del costado izquierdo cercana a la “U”, es concebida como la actualización, transformación y adaptación constante de todo el microsistema en cuanto a cualquier cambio sucedido dentro de éste.



**Figura 5.** Propuesta de sistema micro ergonómico

**Fuente:** Construcción de los autores con base en: (Rincón, 2017, p. 28.Figura 1-1. Dinámica del sistema ergonómico) & (Cruz & Garnica, 2010, p. 34.Figura 4. Interrelación hombre artefacto)

Entonces, la finalidad de este primer modelo es la caracterización de un microsistema para entender desde lo más pequeño a lo más grande. Siguiendo este razonamiento, se puede diferenciar cada usuario en diferentes microsistemas según su función y así encontrando los puntos de relación entre cada uno, con el fin de abordar al sistema de manera más generalizada. Es decir, con este esquema conceptual propuesto, se busca una conexión formal de los conceptos y caracterizaciones que se analicen de la situación a estudiar.

### Propuesta de sistema macro ergonómico

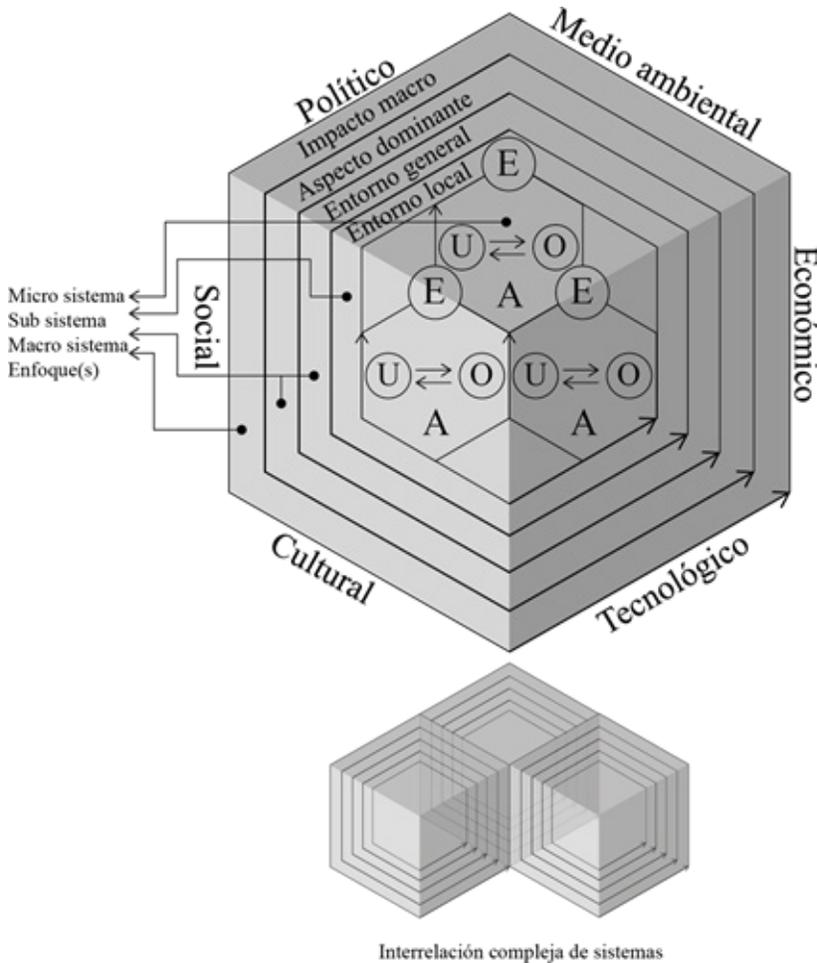
Consecuente con los referentes mencionados, lo que se busca a través del sistema macro ergonómico, es la comprensión de las interacciones de

cada microsistema dentro de los entornos y los aspectos bajo los cuales están. Este esquema permite un análisis completo de un caso de estudio, abriendo la posibilidad a la reformulación de algunos aspectos, actividades, tradiciones bajo los cuales está contemplado actualmente.

Este esquema hexagonal plantea: tanto en el microsistema como en el macrosistema, puede existir una relación desde lo más pequeño a lo más grande, (cada flecha que rodea la forma hexagonal expresa o representa a cada micro y macrosistema en constante actualización, transformación y adaptación) mostrando una fácil comprensión de las interrelaciones e impactos dentro de un espacio y hacia una comunidad determinada. Con respecto a la figura bajo el esquema del macrosistema, se busca la generación de redes entre dos o más macrosistemas, entonces se pueden generar estudios más minuciosos e integrales de los sistemas, pero más complejos.

La propuesta del sistema macro ergonómico posee diferentes rangos de sistemas, en el interior se pueden encontrar de dos microsistemas en adelante, los cuales se ven interrelacionados bajo un entorno en común. De este modo, el primer sub sistema, reúne todos los microsistemas bajo un entorno local; el segundo, por su parte agranda el entorno en donde se encuentra el local, para visualizarlo de modo más global por medio de las características demográficas, geográficas, culturales, sociales y políticas de este. Como tercer y último sub sistema se contempla el aspecto dominante de dicho sistema y es aquel que afecta de mayor manera a los demás aspectos, este puede ser: medio ambiental, tecnológico, económico, cultural, social o político.

Ahora bien, el macrosistema es propuesto bajo los mismos aspectos expuestos con anterioridad, pero, del mismo modo como se propone a un aspecto dominante, en esta sección habrá también, un impacto dominante y así, no solo contar con todo un esquema que refleje las interrelaciones de los sistemas dentro de un entorno sino también aquellos impactos generados a un espacio determinado. Adicionalmente, dentro de este macrosistema se debe contar con cada microsistema por separado, como los sub sistemas y macrosistemas para identificar de manera acertada las interrelaciones de cada uno.



**Figura 6: Propuesta del macro sistema ergonómico.**

*Fuente: construcción de los autores con base en (Kleiner, 2006, p. 83. Figure. 1. Basic work system model) (Robertson et al., 2012, p. 2614. Figure 1. Telework A Macroergonomics Work System Design Perspective) & (Thatcher & Yeow, 2015, p. 171. Figure 2. A parent–sibling–child system for HFE with a TBL understanding.)*

### **Desarrollo del planteamiento de la propuesta del macro sistema ergonómico**

La figura 7 muestra el proceso a desarrollar para plantear el macrosistema ergonómico con los elementos que permitan desarrollar una solución o una intervención holística desde lo más pequeño a lo más grande

Un mejoramiento al micro y macro sistema del programa basuras cero para Bogotá:  
análisis de caso asociado a un proceso de innovación ambiental

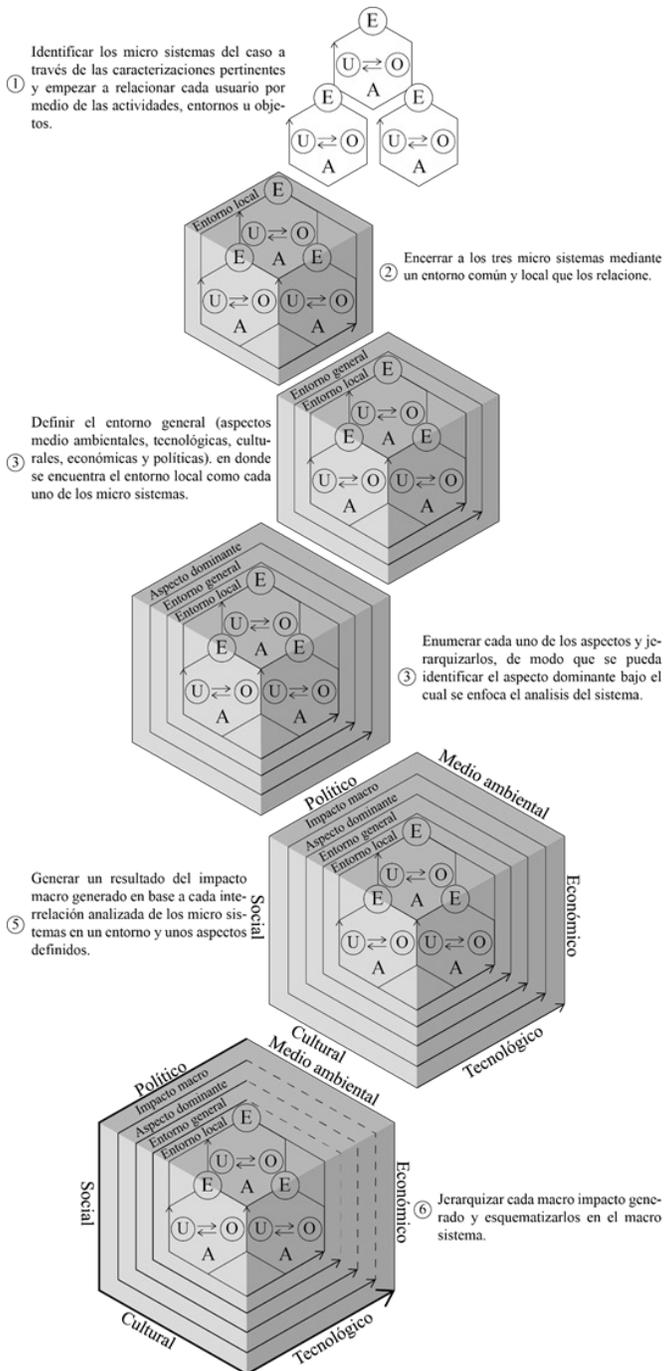


Figura 7. Proceso de construcción del macro sistema ergonómico.  
Fuente: Construcción propia.

del macrosistema, reduciendo los impactos negativos y generando eficacia a todo el sistema (las líneas más gruesas en el último punto de metodología representan mayor fuerza de los aspectos y las líneas punteadas muestran la debilidad del aspecto dentro de todo el sistema).

Análisis del programa de Basura-Cero bajo el planteamiento del sistema macro ergonómico

## **Definición de los micros sistemas**

### **i. Definición de los actores**

Los actores por concebir son tres para este sistema: los residentes cuyo papel es segregar los residuos de la mejor manera posible y ayudando al aprovechamiento de los materiales a reciclar; los recicladores, quienes se esmeran por recopilar los productos aprovechables, aun cuando los residentes no segreguen de manera correcta; y por último a los operarios de las empresas de aseo, encargados de recoger y depositar dentro de los camiones de basura los residuos domiciliarios dispuestos en bolsas plásticas ya sea en la vía pública o en contenedores, para que en procesos posteriores sea separada aprovechada o desechada por otros agentes y en otros entornos especiales.

### **ii. Definición de los objetos y actividades.**

Los objetos son aquellos que les permiten a los actores llevar a cabalidad su actividad desde principio a fin en términos de que ésta sea completada. En primera instancia, los residentes dan el uso a las bolsas plásticas como objetos contenedores, los cuales permiten aislar los residuos domiciliarios generados en su vivienda y para el momento en el cual se encuentren en su tope sean llevados a contenedores especiales para residuos domiciliarios o en sus defectos puestos en vías públicas para ser llevados por las empresas de aseo de Bogotá.

En segunda instancia, se define a las carrozas o vehículos de transporte como los objetos complementarios de la actividad del reciclador, debido a su función de transportar todos los elementos recuperados en vía pública o en contenedores y que son llevados a centros de acopio donde se hace un respectivo proceso de almacenamiento de materiales como del pago respectivo por la labor del reciclador. Y por último, los camiones de

recolección de basura en relación a los operarios les permiten la contención y transporte de los desechos provenientes de zonas residenciales, los cuales son llevados a centros de tratamiento y botaderos

### iii. Definición de los entornos

Los entornos son aquellos lugares en donde se llevan a cabo actividades específicas desarrolladas por unos determinados actores y caracterizados por algunos factores. Los dos entornos identificados en relación a las personas residentes en sus hogares son: los lugares donde disponen las bolsas de basura y la cocina, lugar donde principalmente se hace el proceso de disposición y segregación de los desechos. En la siguiente tabla se encuentra una caracterización y descripción de los aspectos que definen estos lugares y hacen determinante el modo de realizar la actividad.

**Tabla 1**  
*Descripción del micro sistema del actor residencial*

<b>Aspecto</b>	<b>Descripción</b>
Medio ambiental	Conciencia ambiental de la persona (paradigma dominante)
Política	Ley 1466 de 2011, Decreto 605 de 1996 y Decreto 1713 de 2002.
Cultural	Tradiciones familiares
Tecnológico	Innovaciones de los productos respecto a sus ciclos de vida de producto.
Social	Formación personal
Económico	Ningún factor económico que influya la actividad de segregar

**Fuente:** construcción propia con base en (Jiménez, 2014, pp. 14-16. Tabla 3. Normatividad nacional relacionada con la cadena de reciclaje).

Por parte de los recicladores se recalcan las vías de Bogotá, espacios en donde, debido a la intemperie del día, deben realizar la segregación de manera anticipada por los posibles estados de calidad de los residuos con altos porcentajes de reciclabilidad y así almacenarlos en sus vehículos de

transporte. Como segundo lugar se identifican a los centros de acopio, en donde se genera la remuneración por su labor hecha.

**Tabla 2**

Descripción del micro sistema del reciclador

Aspecto	Descripción
Medio ambiental	Conciencia ambiental de la persona (paradigma dominante)
Política	Decreto 1713 de 2002, Ley 511 de 1999, Decreto 082 de 2012, CONPES 3530 y Decreto 113 de 2013.
Cultural	Tradiciones familiares
Tecnológico	Innovación en medios de transporte para el transporte del material recuperado.
Social	Indiferencia social
Económico	Retribución económica por la labor que cumplen.

**Fuente:** construcción propia con base en (Jiménez, 2014, pp. 14-16. Tabla 3. Normatividad nacional relacionada con la cadena de reciclaje)

Y, por último, a los operarios de las empresas de aseo se define como entorno a las vías de Bogotá, lugares en donde recogen todos los desechos domiciliarios del primer actor.

**Tabla 3**

Descripción del micro sistema del operario de las empresas de aseo

Aspecto	Descripción
Medio ambiental	Conciencia ambiental de la persona (paradigma dominante)
Política	Políticas de la empresa, Decreto 1505 de 2003, Decreto 113 de 2013, CONPES 3530, Ley 142 de 1994, Decreto 1713 de 2002 y Decreto 2104 de 1983.
Cultural	Tradiciones familiares.
Tecnológico	Renovación de los objetos que se utilizan para recoger los residuos domiciliarios.
Social	Indiferencia.
Económico	Pago salarial por la labor que cumplen.

**Fuente:** construcción propia con base en (Jimenez, 2014, pp. 14-16. Tabla 3. Normatividad

*nacional relacionada con la cadena de reciclaje).*

## **Entorno local**

El entorno local es aquel espacio que propicia una interrelación de los tres actores, en este caso la vía pública permite dicha relación entre los residentes de los hogares, los recicladores y operarios. Esta interacción entre cada uno es dada por la oportunidad presencial de estar en un mismo instante y lugar.

## **Entorno general**

El entorno general es la ciudad de Bogotá, entretanto posee una extensión geográfica de 1587 Kms<sup>2</sup>. Espacio en donde se encuentran 8.080.734 habitantes (DANE, 2017). De toda la población bogotana, hay 20.903 recicladores de oficio, de esta población hay 11.082 bancarizados, 9.238 carnetizados y 988 incluidos del año 2016 (TODOS, 2017). De modo que, aún hay 9.821 recicladores que no poseen ninguno de estos dos beneficios a los cuales la mayoría de la población si se encuentra vinculada. Es así como hay 387 recicladores por cada persona.

En el año 2016 la alcaldía de Bogotá lanzó un nuevo esquema de aseo para la ciudad, con lo cual busca realizar algunos cambios, como por ejemplo ampliar la cobertura del 100% por parte de las empresas de aseo y un respectivo cambio al programa de reciclaje (amcuevas, 2016). Para lograr esta respectiva cobertura, la alcaldía por medio de la Ley 142 de 1994 plantea licitaciones en las cuales exista una libre competencia y áreas de servicio exclusivo. En cambio, los recicladores que se encuentren inscritos con el distrito tendrán rutas selectivas (TODOS, 2017).

Normativamente, la ciudadanía se encuentra direccionada bajo las siguientes bajo el marco legal del reciclaje: Ley 1466 de 2011, Decreto 605 de 1996 y Decreto 1713 de 2002. Por otro lado, la población de recicladores posee las siguientes: Decreto 1713 de 2002, Ley 511 de 1999, Decreto 082 de 2012, CONPES 3530 y Decreto 113 de 2013. Y la de las empresas de aseo son las siguientes: Decreto 1505 de 2003, Decreto 113 de

2013, CONPES 3530, Ley 142 de 1994, Decreto 1713 de 2002 y Decreto 2104 de 1983 (Jimenez, 2014).

### **Aspecto determinante**

El aspecto político es el más importante para este sistema porque a partir de las instituciones distritales se generan políticas normativas, las cuales propician nuevos medios de organización, directrices y parámetros para el desarrollo de las mismas, en términos de tareas, rutas, planes de ejecución etc, éstos se han desarrollado correctamente y de manera ordenada, beneficiando a todos los sistemas de manera efectiva.

Es decir, si existe un empoderamiento de la normatividad; lo que implica unas consecuencias a nivel social, cultural, tecnológico, medioambiental y económico que, sin lugar a dudas, se generan nuevas dinámicas sociales como culturales en la ciudadanía, mejorando los entornos a través de una conciencia verde, la cual disminuye los impactos negativos hacia el medio ambiente. Esta actividad se acompaña de una intervención tanto tecnológica como económica, trayendo como consecuencia el aumento en el bienestar en la calidad de vida de las personas: empleados de las empresas de aseo, recicladores y ciudadanos.

Es así como en algunos casos de éxito se ha aplicado la macro ergonómica de manera correcta, con base al empoderamiento y comprensión de esta sub disciplina que ha mejorado la eficiencia de varias empresas como el haber ahorrado grandes cantidades de tiempo, traducidas en dinero.

Lee (2005) presenta el ejemplo de las industrias coreanas, en las cuales implementaron ciertas directrices y parámetros ergonómicos como macro ergonómicos, permitiéndoles mejorar la calidad de vida de los operarios, optimizar procesos, amortiguando el ausentismo y ahorrando dinero.

Sin lugar a duda, la aplicación y diseño de sistemas macro ergonómicos permiten el planteamiento de nuevas soluciones encaminadas al mejoramiento continuo de los sistemas/organizaciones. De modo similar, también hay otros casos en donde con una intervención macro ergonómica, mejoraron otras organizaciones (Hendrick, 2002).

## **Resultado de impactos macro**

### **i. Político**

Las normativas propuestas hasta la actualidad no muestran una fuerte penetración en los ciudadanos de Bogotá, como lo son comparendos por reciclar o el uso obligatorio de bolsas de colores (Parra, 2016). Estas directrices que han promovido el reciclaje hasta el momento no han tenido resultado dentro de la cultura por el cuidado del medio ambiente en los ciudadanos.

Las licitaciones que planea realizar el distrito actual encierra a la ciudad de Bogotá a mantener un mismo modelo durante ocho años, este modelo de por si no posee una innovación respecto al tratamiento de los residuos domiciliarios y negativamente representaría un gasto de 5 billones de pesos, de este modo, estos procesos están perjudicando al ambiente y no promueven un respeto al medio ambiente(Orillas, 2017).

### **ii. Social**

Socialmente los recicladores son quienes han sido los más beneficiados porque desde principios del 2000 se ha realizado un trabajo conjunto entre el Estado y el Distrito para dignificar la labor de los recicladores y evitar su exclusión, hecho que todavía está presente en la actualidad (Jimenez, 2014). Algunos de los beneficios han sido: mejorar sus condiciones de trabajo, como fue el cambio de sus carretas a carros, lo cual les facilita su labor. Este proceso realizado por la pasada administración se hizo enfocó a los recicladores vinculados con el distrito.

Según los datos que presentó la nueva administración, apenas el 44% de recicladores se encuentran carnetizados y el 53% bancarizados (TODOS, 2017), con estos datos la mitad de la población recicladora todavía no se encuentra vinculada con el distrito, lo cual representa una intervención a medias porque la población recicladora seguirá aumentando debido a las condiciones de desempleo y condiciones de vida.

### **iii. Cultural**

Según las conclusiones a las que llega Jiménez (2014) los bogotanos no poseen una cultura del reciclaje y no solo eso, sino que adicionalmente

se realiza una búsqueda sobre campañas de reciclaje realizadas por las administraciones de Bogotá y sus resultados no dieron una acción o impacto favorable. Pero, en debido caso de implementar una mejoraría en dichos planes estratégicos, las condiciones de calidad en los residuos domiciliarios con alto porcentajes de reciclabilidad o re uso serían más altas y no se dependería de procesos adicionales para limpiarlos por contacto con desechos orgánicos, por ejemplo.

#### iv. Tecnológico

La figura 8 muestra el cambio propuesto desde la actual administración sobre el uso de las carretas que utilizan algunos recicladores informales; de este modo, si se llega a cumplir tal objetivo, se mejorarían los productos dispuestos para el transporte de material como la condición digna de trabajo de los recicladores. Asegurando transversalmente su seguridad en las vías.



Figura 8. Alternativas de transporte para los recicladores

Fuente: (TODOS, 2017, p. 30)

#### v. Económico

Como bien se ha mencionado durante el aspecto político, los actuales procesos de licitación le costarían 5 billones de pesos a la ciudad, precio por el cual no hay un real beneficio, lo cual implica que, si se van a realizar nuevos ajustes sobre los esquemas de recolección de basuras con los privados, esto involucra un nuevo gasto para la realización de esa gestión. Por otra parte, se implementó un perjuicio económico a los recicladores, el cual es la eliminación del beneficio de \$90 por cada kilo recolectado, lo cual los obliga a estar inscritos a una asociación (Correa, 2017).

Otro factor económico a tomar en cuenta para los recicladores es la intervención realizada por la pasada administración respecto al cambio de las carretas por carros, cambio que beneficia a los recicladores en término de tiempo beneficio, porque les es más sencillos llevar el material recuperado. Y para los bogotanos existen multas de \$102.000 a razón de no reciclar sus residuos domiciliarios como también no arrojar basuras a las vías públicas (Bogotá, 2014).

## **vi. Medioambiental**

El aspecto medioambiental es el más afectado a comparación de los otros, ya que con las licitaciones puestas en marcha, el punto central de estas es el manejo de las basuras, de las cuales 7.000 toneladas están siendo enterradas y afectando al mismo tiempo las propiedades de la tierra, como a la población residente a los alrededores del botadero de Doña Juana. (Jiménez, 2014) Asimismo, el hecho de hacer el cambio de las carretas por los carros a los recicladores, incrementan las emisiones de Co2 al ambiente.

### **Jerarquización de los impactos macros**

La manera en la jerarquizaron de los impactos macros fue por medio de los impactos positivos en cada aspecto hacia el sistema. Por otra parte, tales factores con impactos negativos y sin una debida reestructuración son considerados como aquellos que requieren de una pronta intervención para generar un cambio en el sistema. En resumen, la siguiente lista y la figura 9 muestran los aspectos analizados y priorizados desde el más relevante al menos, en términos de sus impactos positivos y negativos. Para llegar a esta ponderación se hace una concepción macro ergonómica con fortalezas y debilidades, tomados en cuenta para estudiar las actuaciones de las alcaldías distritales de Bogotá durante los anteriores años hacia la ciudadanía, los recicladores y las empresas de aseo, en el marco estratégico y sistémico del reciclaje:

Social

Económico

Político

Tecnológico

Cultural

Medioambiental

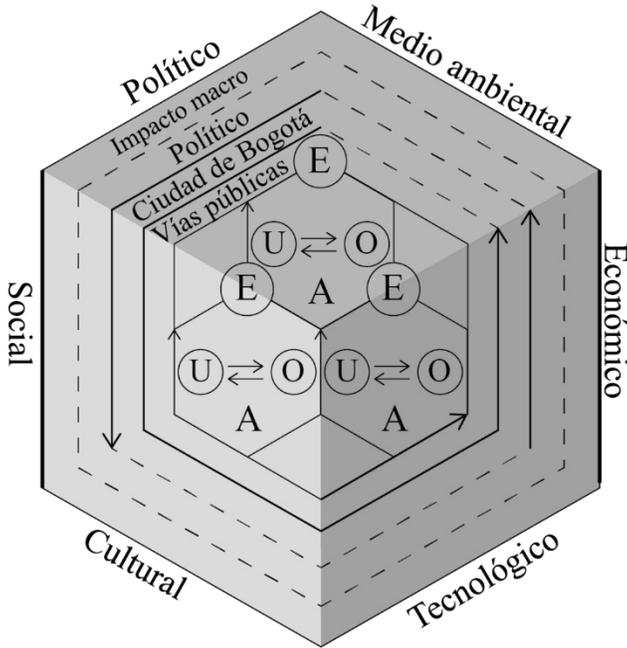


Figura 9. Jerarquización de los macro impactos.

Fuente: construcción propia

### Discusión de los resultados encontrados

El anterior esquema muestra tanto lo bueno y lo malo del actual sistema de reciclaje para la ciudad de Bogotá, dando a entender la necesaria mejoría de algunos aspectos relacionados entre sí; por lo tanto, según este diagnóstico se identifica con mayor fuerza la correlación entre el aspecto cultural con el medioambiental. Para llegar a dicha conclusión se parte de la situación en la cual, se ve un nexo causal entre la “buena educación ambiental” con los impactos hacia el medio ambiente, generando consecuencia la reducen y aumento en el aprovechamiento de materiales tales como el papel, plástico, cartón, etc., Lo cual, puede promover o impulsar una cultura más consciente en el consumo.

En los siguientes párrafos se encontrarán algunas soluciones que tienen como finalidad mejorar el sistema, una de éstas es generar más beneficios para cada aspecto. Dentro de estas soluciones se busca conectar de manera más directa a los actores identificados y analizados con una acción conjunta o individual, desencadenando impactos macros positivos a los bogotanos, el espacio físico de la ciudad de Bogotá, el medio ambiente, las relaciones sociales, la cultura y la reestructuración de las estrategias para plantear nuevas normativas más efectivas para el sistema.

En respuesta a algunas dudas que surgieron durante el desarrollo del artículo, como la relevancia de la metodología abordada, para ello, se aplica un corto cuestionario exploratorio para argumentar, sustentar el diagnóstico hecho y generar nuevas ideas para optimizar o mejorar el sistema. En la tabla 4 se encuentran tres preguntas, los objetivos de las preguntas y las respuestas. La muestra fue de 47 personas, entre los rangos de edad de 19 a 30 años, residentes en la ciudad de Bogotá y la mayoría de la muestra fue del sexo masculino.

**Tabla 4**  
*Encuesta de percepción hacia los bogotanos*

<b>Pregunta</b>	<b>Objetivo de la pregunta</b>	<b>Resultado</b>
¿En alguna ocasión ha tenido una conversación con un reciclador sobre su papel en el reciclaje de desechos domiciliarios?	Determinar un nivel de interacción entre los ciudadanos con los recicladores.	El 2,82% de la muestra respondió que en alguna situación ya ha tenido una conversación con un reciclador, en cambio, el 97,18% no ha tenido nunca una conversación con un reciclador.
¿Según usted los bogotanos reciclan?	Determinar el paradigma dominante del ciudadano sobre su percepción del reciclaje de la ciudad de Bogotá	Los bogotanos si reciclaban un 25,53% de la muestra, en cambio, para los encuestados los bogotanos no reciclaban 74,47% de la muestra
¿Suele reutilizar elementos orgánicos?	Mostrar si existen medios por los cuales los bogotanos tienen costumbres sostenibles con los residuos domiciliarios.	El 14,89% de la muestra respondió que, si reutiliza, en cambio, el 85,11% de la muestra respondió que no los reutiliza.

**Fuente:** *elaboración propia*

## Optimización del macro sistema

Como primera medida de intervención para el sistema que se plantea, desde el aspecto dominante se ve necesario la realización de campañas más penetrantes hacia la ciudadanía, para promover la apropiación de culturas por la sostenibilidad y el ambiente. Una posible solución de campaña es generar espacios en los cuales los recicladores, bogotanos y operarios de las empresas de aseo estén involucrados para generar intercambios de conocimientos entre cada uno. Lo anterior, con el objetivo de dignificar y realzar el papel fundamental de cada uno dentro del progreso por la ciudad de Bogotá.

Dentro de estas campañas se buscan dinámicas de beneficio de cada actor, además de facilitar la tarea para cada uno, generando un fuerte enlace de comunicación entre ellos y mejorando la compatibilidad entre cada uno (Lee, 2005), cambiando el paradigma dominante de cada persona a través experiencias directas (Avila, 2016) (campañas) que lo impulsen a cambiar costumbres o acciones dentro de su cotidianidad del porqué se debe reciclar, generando como consecuencia un cambio macro a nivel de sistema en términos de lo social, económico, cultural y medioambiental. Lo cual, trae como consecuencia una mejoría en los programas relacionados con el aseo de la ciudad.

De manera hipotética en este documento se genera una propuesta que se puede implementar desde la alcaldía como medida para impulsar el reciclaje en la ciudad o bien, generar una retroalimentación al proceso como al mismo método hecho desde el Distrito, empresas u organizaciones relacionadas al reciclaje y así generar una construcción sinérgica entre los actores para robustecer esta propuesta sistémica.

Retomando como caso las soluciones, se propone: utilizar una bolsa según el actor de destino, es decir, el ciudadano empaca en una bolsa los materiales con un alto porcentaje de aprovechamiento para los recicladores (papel, cartón y plástico), mientras que en otra bolsa solo se dispone de desechos orgánicos para las empresas de aseo. De este modo, se busca simplificar la tarea de segregación en los hogares como para los recicladores haciéndola una tarea fácil para cada actor.

Lo anterior, se basa en un fenómeno actual y es el rompimiento de las bolsas de la basura por parte de los recicladores porque necesitan buscar

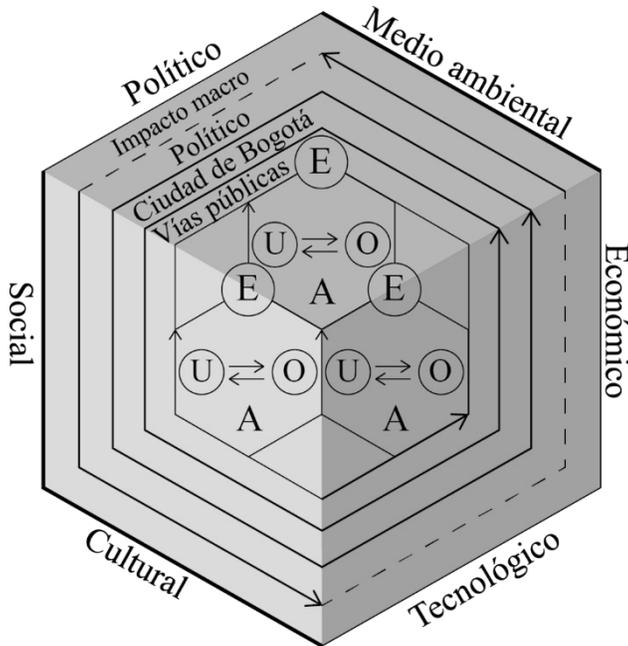
de alguna manera su sustento económico por medio de productos en etapa de post uso esto, causa la exposición de otros desechos en la vía pública o sobre los contenedores. Esto implica la creación de nuevos procesos o tareas que deben hacer los operadores: barrido y recogido de estos desechos. Caracterizando a este impacto, se identifica su implicación con los tiempos y emisiones. En otras palabras, este planteamiento expuesto busca la eficiencia en las actividades de recolección de los desechos domiciliarios como brindar una tarea digna para el reciclador como operario.

Los estándares bajo los cuales se define esta tarea como “bien hecha”, es realizando la respectiva segregación de los desechos orgánicos y aprovechables en bolsas diferentes y en colores distintos. Evitando impactos negativos al macro entorno, como también la generación de una economía colaborativa entre cada actor (recicladores-bogotanos). Este estándar de formalización propuesto por Hendrick (2002) permite generar evaluaciones directas que definen si los bogotanos reciclan o no y sean retroalimentadas constantemente.

Las consecuencias implicadas a nivel político, son la realización de nuevas directrices para los esquemas de reciclaje de la ciudad de Bogotá con el fin de penetrar y cambiar el paradigma dominante (Avila, 2016) de los ciudadanos y fortaleciendo la cultura por el reciclaje. A nivel social, con las campañas se busca promover desde el distrito la igualdad, como reconocimiento de los recicladores y operarios por parte los ciudadanos. En lo cultural cambiar todas las costumbres actuales y presentes en las actividades de segregación dentro de los hogares, facilitando y simplificando la tarea, de modo que todos los actores se vean beneficiados.

Uno de los grandes cambios es dirigido hacia el tecnológico, el cual es traducido y relacionado con el económico porque se generaría un cambio en el modelo de negocio hacia las empresas de aseo de Bogotá debido a la disposición única a los residuos orgánicos. Dicho cambio promueve el desarrollo de nuevas tecnologías para la generación de energía como otros usos del aprovechamiento de la materia orgánica, evitando la acumulación diaria de 7.000 toneladas de basura (orillas, 2017). La anterior propuesta, en términos económicos, está promoviendo la generación de asociaciones como fortalecimiento de empresas relacionadas al reciclaje y a la generación de empleo además de una posible inversión extranjera para alcanzar dichas metas.

Por último, el aspecto medioambiental se aborda desde los hogares. En donde, se está evitando la contaminación de los materiales aprovechables con los orgánicos y del mismo modo una menor intervención industrial para su respectiva depuración y limpieza. Adicionalmente, con esto se evita el método de disposición y tratamiento de los desechos, caso de los botaderos, con los cual se genera actualmente una significativa contaminación al ambiente. Con base al anterior análisis de la propuesta experimental planteada se vuelve a generar un nuevo esquema macro ergonómico visualizado en la figura 10, allí se proponen estas mejoras y beneficios a todos los actores y aspectos del sistema, transformando a la ciudadanía por medio de una consciencia sostenible culturalmente y medio ambientalmente.



**Figura 10.** Jerarquización de los macro impactos con la propuesta experimental

Fuente: elaboración propia

Con base en la propuesta se plantea un punto por discutir y es, la incapacidad del estado y distrito para pagar un nuevo sistema para los recicladores, a lo cual se podría remitir a privados para llegar a generar una gestión óptima con los pagos de los recicladores. O bien sea generar nuevas

propuestas de valor en el mercado del reciclaje hechas por los recicladores para los Bogotanos con apoyo del distrito.

## Conclusiones

La aplicación de énfasis macro ergonómico a organizaciones o a sistemas tiende a generar resultados positivos a los lugares en donde son aplicados (estructura, objetivos, personas, sub sistemas, puestos de trabajo, tareas, etc.). De esta manera, se plantea un caso de intervención con base en un estudio y análisis de sistemas normativos en la ciudad de Bogotá que resultan esquematizados, discutidos y optimizados a través de la macro ergonomía, es así como se recomienda que las intervenciones de esta subdisciplina no solo se limiten a nivel empresarial, sino que sean aplicados a otros esquemas como lo mostró este artículo.

Con el estudio experimental de los microsistemas se llegan a tocar algunas situaciones poco dignas de los recicladores u operadores, las cuales hacen parte de su cotidianidad y no les genera una condición de trabajo soportable o digna, por lo tanto, se recomienda un acercamiento y estudio de estas situaciones y en consecuencia, el distrito puede plantear óptimos sistemas de recolección de las basuras para generar mejores condiciones laborales, teniendo como punto de partida que no se genera un verdadero impacto ambiental en el reciclaje sin primero haber identificado las variables claves que mejoren la calidad de vida a todos los actores involucrados.

Respecto al método de análisis macro ergonómico realizado desde los autores se aconseja su reestructuración iterativa en futuras aplicaciones con el fin de consolidar y validar cada uno de los planteamientos expuestos para su elaboración, no solo desde las bases de datos, sino también con el conocimiento y trabajo interdisciplinar en la academia para los procesos teórico-prácticos.

## Referencias

- Amcuevas (2016). La Alcaldía de Bogotá presentó el nuevo esquema de aseo para la ciudad. Retrieved from [www.bogota.gov.co/content/temas-de-ciudad/habitat/alcaldia-de-bogota-presento-el-nuevo-esquema-de-aseo-para-la-ciudad](http://www.bogota.gov.co/content/temas-de-ciudad/habitat/alcaldia-de-bogota-presento-el-nuevo-esquema-de-aseo-para-la-ciudad)
- Association, I. E. (2012). Definition and domains of ergonomics. Retrieved from <http://iea.cc/whats/index.html>
- Avila, E. (2016). *Sustentabilidad e aprendizagens*. Paper presented at the ELAUS, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Bogotá. (2014). Bolsas blancas y negras para la basura, obligación desde este viernes. *El Tiempo*. Retrieved from <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14880349>
- Correa, A. (2017). Recicladores en Bogotá: a cobrar a través de asociación. *El Espectador*. Retrieved from [http://www.elespectador.com/jscroll\\_view\\_entity/node/688770/full/p609168shown](http://www.elespectador.com/jscroll_view_entity/node/688770/full/p609168shown)
- Cruz, A., & Garnica, A. (2010). *Ergonomía aplicada* (Ecoe ed.). Bogotá. DANE. (2017). Retrieved from <http://www.dane.gov.co/reloj/>
- Hendrick, H. (2002). Macroergonomics: A better Approach to Work system design. In: University of southern California.
- Jimenez, O. (2014). Informe sobre la política pública de inclusión de recicladores de oficio en la cadena de reciclaje. In (pp. 80).
- Kleiner, B. (2006). Macroergonomics: Analysis and design of work systems. In (pp. 81-89): Applied Ergonomics.
- Lee, K. (2005). Ergonomics in total quality management: How can we sell ergonomics to management? In (Vol. 48, pp. 547-558): Ergonomics.
- orillas, L. (2017). La licitación de aseo en Bogotá: mal negocio para la ciudad, los bogotanos y los recicladores. *Las 2 orillas*. Retrieved from <https://www.las2orillas.co/la-licitacion-aseo-bogota-mal-negocio-la-ciudad-los-bogotanos-los-recicladores/>
- Parra, H. (2016). Los bogotanos estarían obligados a separar residuos para reciclar. *EL TIEMPO*. Retrieved from <http://www.eltiempo.com/bogota/reciclaje-en-bogota-42856>

- Rincón, O. (2017). *Ergonomía y procesos de diseño: Consideraciones metodológicas para el desarrollo de sistemas y productos*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Robertson, M., Schleifer, L., & hsiang Huang, Y. (2012). Examining the macroergonomics and safety factors among teleworkers: Development of a conceptual model. In (pp. 2611-2615).
- Thatcher, A., & Yeow, P. H. P. (2015). A sustainable system of systems approach: a new HFE paradigm. In (Ergonomics ed., Vol. 59, pp. 167-178).
- TODOS, B. M. P. (2017). *Foro de socialización del nuevo esquema de aseo en Bogotá*. Retrieved from [www.uaesp.gov.co/images/Presentacion\\_BECC\\_25012017.pdf](http://www.uaesp.gov.co/images/Presentacion_BECC_25012017.pdf)
- UAESP. (2017). Informe Mensual de Supervisión y Control de Disposición Final. In.
- WDO. Definition of Industrial Design. Retrieved from <http://wdo.org/about/definition/>