

La cultura: un aspecto determinante en el control de los procesos contaminantes

Edder Alexander Velandia Durán* / Laura Xiomara Roa Martínez**
Sandra Liliana Garzón Basto***

Fecha de envío: 1 de junio de 2009
Fecha de aceptación: 20 de agosto de 2009

RESUMEN

Los procesos contaminantes son el resultado de malas prácticas desarrolladas por el hombre cuyo impacto es negativo para el medio ambiente. Tradicionalmente, las estrategias de mitigación de dichos procesos se abordan en ingeniería mediante obras de infraestructura o soluciones tecnológicas que no aseguran amainar el problema o la sustentabilidad de acciones implementadas. En forma alternativa, los modelos de pensamiento sistémico permiten analizar integralmente el problema desde el momento en que el hombre define su necesidad hasta cuando desarrolla acciones que, a la postre, generan un proceso contaminante. Con base en este planteamiento, la cultura emerge como un aspecto relevante para analizar el problema y construir un diseño de posibles estrategias de control y mitigación. Finalmente, en este documento se presentan dos casos estudiados en Bogotá.

Palabras clave: contaminación, desarrollo sustentable, procesos contaminantes, medio ambiente.

CULTURE: A KEY FACTOR IN CONTROL OF POLLUTION PROCESSES

ABSTRACT

Pollution processes are the result of inappropriate practices implemented for the man and with one negative impact in the environment. Traditionally, the strategies of mitigation of the mentioned processes are resolved from the engineering through infrastructure or technological solutions that do not assure the control of the problems or the sustainability of the implemented actions. Alternative, the models of systemic thought allow to analyze the problem from the moment in which the man defines his needs till when he defines actions that finally come to a pollutant process. In this approach, the culture emerges as a relevant aspect in the analysis of the problem and in the design and development of the possible strategies of control and mitigation. Finally, in this document are present two study cases in Bogota.

Keywords: pollution, sustainability development, pollution process, environment.

* Ingeniero Civil Universidad Francisco de Paula Santander. M. Sc. Ingeniería Civil, M. Sc. Ingeniería Industrial Universidad de Los Andes. Profesor programa de Ingeniería Civil de la Universidad de La Salle. Correo electrónico: evelandiad@unisalle.edu.co

** Ingeniera Civil. Universidad de La Salle. Ingeniera Residente Área Urbana Diseño y Construcción. Correo electrónico: xiomara.roa@areaurbana.com

*** Ingeniera Civil. Universidad de La Salle. Ingeniera de Diseño Nivel 5 – Proyectos de Gestión. Correo electrónico: lilianagarzon@nivel5.com.co

INTRODUCCIÓN

Con los avances en ciencia y tecnología el hombre ha garantizado el crecimiento de la población, el aumento del promedio de vida y la posibilidad de una o varias soluciones a gran parte de los problemas que afronta. Sin embargo, este aparente modelo de desarrollo no ha sido sustentable: calentamiento global, extinción de especies, mala calidad del aire, desabastecimiento de agua y alimentos, contaminación de suelos, son sólo algunas consecuencias que ponen en riesgo su bienestar y el de futuras generaciones.

Actualmente, el problema de sustentabilidad no sólo radica en el crecimiento de la demanda de recursos en el planeta sino en las maneras de su aprovechamiento: carencia de ciclos de uso y gestión de recursos; mala implementación de proyectos; poca efectividad de las acciones que resultan de los racionamientos asociados al tema; y una carencia de reflexión sobre el “buen vivir” y el desarrollo económico. Sobre este último particular, “en un plano teórico, existe una tendencia a disociar los aspectos culturales de los económicos y ambientales y a no percibir las profundas implicaciones e interrelaciones que existen entre ellos” (MAEC, 2008).

En efecto, el hombre define necesidades, establece alternativas de solución e implementa acciones modificando su entorno. A partir de esta estructura lógica de solución de necesidades, el hombre desempeña un papel definitivo, con el cual –consideraciones de tipo profesional, creencias, valores y percepciones– definen en gran medida las acciones implementadas.

Con base en este planteamiento, el hombre constituye el actor relevante para el desarrollo de buenas prácticas que aseguren su sustentabilidad o de todas aquellas prácticas inadecuadas que den lugar a diferentes procesos contaminantes las cuales atentan contra su bienestar. Sobre este particular:

Caminar hacia la transformación de estructuras claramente insostenibles requiere cultivar también el aspecto de la subjetividad de las personas, su manera de pensar y concebir las relaciones sociales con su entorno, así como el modo con que se transmiten a través de las distintas manifestaciones culturales (MAEC, 2008).

Del mismo modo, “La cultura da al hombre la capacidad de reflexionar sobre sí mismo. A través de ella el hombre se expresa, toma conciencia de sí mismo, busca nuevas significaciones y crea obras que lo trascienden” (Unesco, 1982).

PLANTEAMIENTO

El concepto *proceso contaminante* asocia dos términos amplios y complejos: proceso y contaminación. Por una parte, *proceso* hace referencia a variabilidad, continuidad e interacción de elementos con un resultado específico, mientras que *contaminación* se puede entender como la alteración de las condiciones naturales en el entorno. Al incorporar dichos términos en una sola noción se puede establecer que un proceso contaminante, desde una visión socio-técnica, se puede comprender como el desarrollo de prácticas recurrentes por el hombre con impactos físicos, químicos, microbiológicos y bióticos en el ambiente imposibles de asimilar por la naturaleza a corto y mediano plazos.

En efecto, el hombre se constituye en el agente articulador de una situación evidente y cuestionable: el deterioro del medio ambiente. En este sentido, el hombre se encarga de diseñar e implementar acciones a fin de controlar problemas soportados tradicionalmente con modelos de pensamiento duro de sistemas, es decir, respuestas coyunturales y no integrales basadas en las herramientas o soluciones técnicas disponibles. Algunos referentes de este

planteamiento se evidencian en las ciudades en donde, por ejemplo, para atender el crecimiento de las necesidades de desplazamiento se construyen vías; para reducir el impacto de los vertimientos de los alcantarillados se construyen plantas de tratamiento de agua residual; para satisfacer el crecimiento de la demanda de energía se construyen nuevas centrales de generación.

Es decir, para cada problema citado, la solución es aparentemente evidente; no obstante, dichas soluciones resultado de un “pensamiento duro” y no estructuradas mediante consideraciones sistémicas¹, pueden ser soluciones no sustentables debido a la persistencia de la lógica del problema (solución temporal); la consideración superficial del hombre y sus necesidades; el costo final de la inversión requerida para cubrir dicha solución (respuesta no eficiente desde el concepto económico); los posibles impactos colaterales socio-ambientales que se transfieren a la sociedad.

Asimismo, el pensamiento sistémico es integrador y permite el análisis de un problema y de sus posibles soluciones teniendo en cuenta –además de los componentes del método científico– los actores y sus relacionamientos; los procesos de transformación; los escenarios políticos, ambientales, económicos y sociales; los agentes o fenómenos reguladores; desde el origen del problema, desarrollo e impactos desencadenados.

Por tanto, al utilizar este modelo de pensamiento en la búsqueda de soluciones a los procesos contaminantes generados por el hombre, resulta indispensable analizar los problemas y las posibles soluciones desde un enfoque técnico, aunque –al mismo tiempo– desde un enfoque culturalmente diversificado

que tenga en cuenta los diferentes relacionamientos entre cultura, ambiente y sociedad.

En la actualidad, son pocas las investigaciones y prácticas que vinculan ciencia, cultura y sustentabilidad, en gran parte como resultado del modelo de investigación tradicional que establece un problema e identifica una o varias soluciones técnicas para éste. Sin embargo, la actual coyuntura ambiental y el interés por incorporar elementos subjetivos –difícilmente controlables y medibles– adquieren mayor relevancia al abordar problemas de sustentabilidad y bienestar. Por lo anterior, la cultura se convierte en un aspecto determinante al abordar los desafíos que plantea la naciente crisis económica, social y ambiental en las sociedades.

La sociedad actual no hallará una solución al problema ecológico si no revisa seriamente su estilo de vida. En muchas partes del mundo esta misma sociedad se inclina al hedonismo y al consumismo, pero permanece indiferente a los daños que éstos causan [...] La gravedad de la situación ecológica demuestra cuán profunda es la crisis moral del hombre. (Juan Pablo II, 1989)

CASOS DE REFERENCIA EN BOGOTÁ

A continuación se presenta un breve análisis de dos casos en los cuales se identifica la cultura como un aspecto determinante para el desarrollo o control de procesos contaminantes en Bogotá: impacto en cuerpos receptores, asociado a vertimientos de agua residual sin tratamiento proveniente de los sistemas de alcantarillado, e incremento de la demanda de energía en el sector residencial.

Las aguas residuales son un subproducto de los procesos de consumo de agua potable por parte de los sectores residencial, comercial e industrial en las

1 El pensamiento sistémico se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su análisis, comprensión y accionar, a diferencia del planteamiento del método científico, que sólo percibe partes de éste y de manera inconexa. (IAS, 2008).

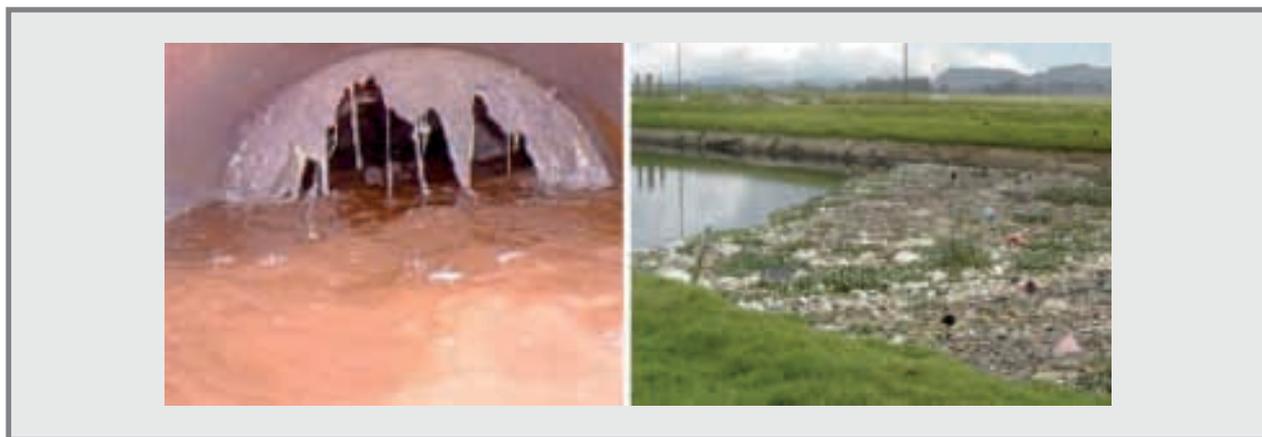
ciudades. Este subproducto es recolectado y transportado por los sistemas de alcantarillado sanitario o combinado hasta su destino final. En el sector residencial, las aguas residuales producidas en los aparatos sanitarios, tales como lavaplatos, lavamanos, lavadero/lavadora, inodoros y a través de sifones en duchas y pisos.

La composición del agua residual es altamente variable y su impacto en el ambiente depende de la cantidad y la calidad. Para este problema, la solución considera la construcción y operación de plantas de tratamiento de agua residual en las cuales son removidos sus principales componentes nocivos. Dicha solución contempla importantes costos de inversión, operación y mantenimiento que, en algunos casos, son insostenibles.

Alternativamente, desde una perspectiva sistémica al problema se puede establecer que si se reduce la

carga de materia orgánica e inorgánica vertida por el hombre a través de los aparatos sanitarios en las viviendas, se podría mejorar la calidad del agua en los alcantarillados y, por consiguiente, reducir el impacto de los vertimientos en los cuerpos de agua y en el ambiente cuando haya descargas directas del alcantarillado a cuerpos naturales (véase figura 1, derecha) o reducir los costos de tratamiento al tener menores cargas contaminantes en el agua. Esta consideración contempla un mejor uso de los aparatos sanitarios, una disposición adecuada de los desechos y un consumo racional de productos. Finalmente, otro posible beneficio de este planteamiento consiste en reducir la probabilidad de taponamiento o reducción de la sección hidráulica de los colectores al disminuir el contenido de material no biodegradable en el agua residual que se puede sedimentar por bajas velocidades o aglutinar por la presencia de grasas en el agua residual impidiendo su arrastre (véase figura 1, izquierda).

Figura 1. Problemas asociados con la mala calidad de agua en los alcantarillados.



Fuente: Elaboración de los autores.

Algunos de los desechos a los cuales se hace referencia son papel higiénico, condones, colillas de cigarrillo, cabello humano, toallas higiénicas, algodones/telas, residuos de alimentos o elementos plásticos. Estos residuos, al desecharse, deben tener como destino final un relleno sanitario, no los sistemas de

alcantarillado. Con relación al papel higiénico, este residuo en los alcantarillados tiende a producir masas en forma de bolas debido a su lento proceso de desintegración (Semapa, 2004). De igual forma, las toallas higiénicas, los condones, el algodón y el cabello humano pueden aglomerarse junto a sedimen-

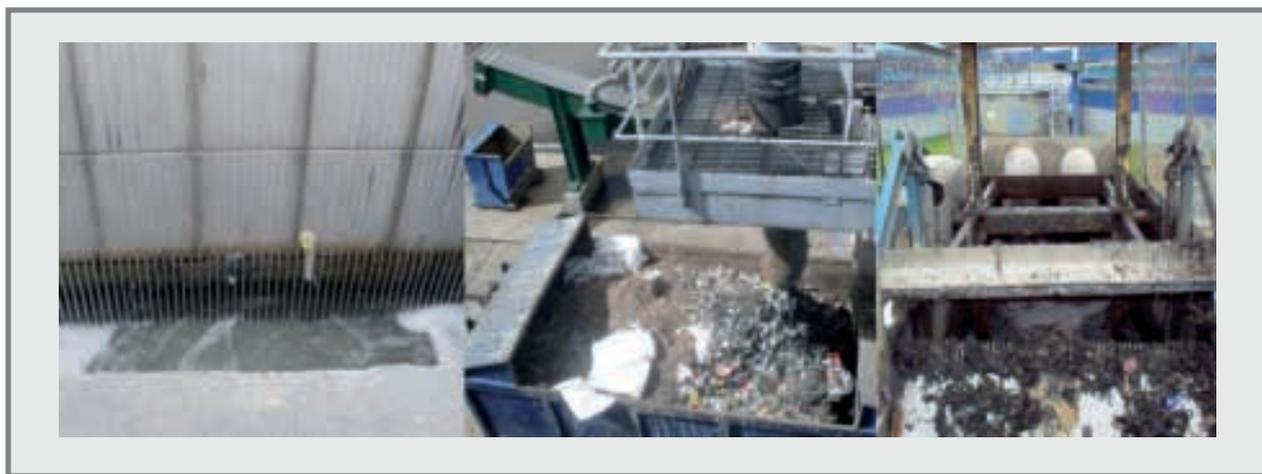
tos y otros elementos, lo que genera obstáculos en los colectores; alternatively, esta basura puede flotar hasta los sitios de descarga o alivio del alcantarillado donde generan graves impactos ambientales.

En Bogotá, en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Salitre², en promedio se retiran 66 m³ de grasas y 52 toneladas de basura al mes (figura 2). De igual forma, más de 200 funcionarios extraen cientos de toneladas de sedimentos y basuras al año de los sistemas de alcantarillado provenientes de viviendas y calles de la ciudad. En 2006 se estimó que la cantidad de basuras arrojadas a los sistemas de alcantarillado fue de 40 mil toneladas. Por esta situación en la ciudad se desarrolló un programa denominado

“Bogotá es tu casa y tu responsabilidad. No arrojes basuras”, el cual no produjo beneficios significativos (EAAB, 2006).

De acuerdo con este escenario, es evidente la participación de la ciudadanía en el aumento de los indicadores de mala calidad del agua en los alcantarillados y en los subsecuentes problemas: taponamiento de colectores; incremento en el costo de operación redes de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, e impactos en los cuerpos de agua cuando las aguas residuales se vierten sin previo tratamiento (véase por ejemplo, las redes de alcantarillado de Fucha y Tunjuelo).

Figura 2. Puntos de remoción de desechos de PTAR Salitre.



Fuente: Elaboración de los autores.

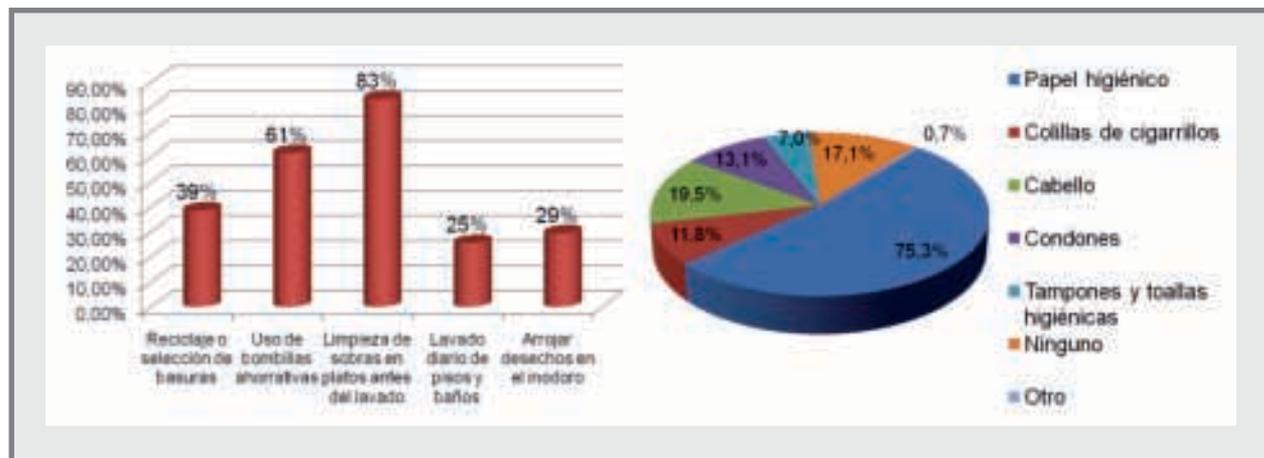
En el resultado de un estudio desarrollado en la localidad de Chapinero, Bogotá, se encontró que aproximadamente el 29% de las personas encuestadas arroja desechos al inodoro y el 17% arroja desechos de comida por los lavaplatos³. Adicionalmente, se logró

establecer que el papel higiénico es el desecho que más se arroja (75,3%) a los inodoros. Otros elementos arrojados a los aparatos sanitarios son cabello humano (19,5%), colillas de cigarrillo (11,8%), condones (13,1%) y toallas higiénicas (7%).

2 La PTAR Salitre trata aproximadamente el 40% del agua residual generada en Bogotá, cuenca Juan Amarillo, y su descarga es vertida al río Bogotá.

3 Se aplicaron 478 encuestas distribuidas entre todos los estratos socioeconómicos de Chapinero, Bogotá.

Figura 3. Prácticas habituales en hogares y elementos arrojados en aparatos sanitarios.

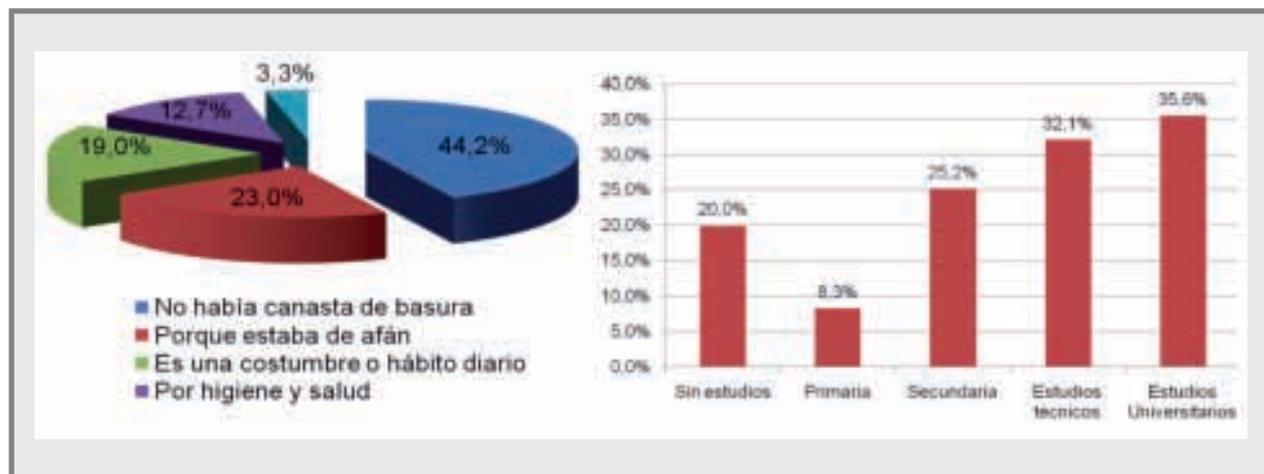


Fuente: Elaboración de los autores.

Simultáneamente, en algunos de los resultados del estudio (véase figura 4, izquierda) se pudo identificar las posibles motivaciones por las cuales una persona arroja desechos a los desagües sanitarios: no uso de papeleras (44,2%), conducta propia (19%) e higiene (12,7%). Con relación al papel higiénico se encontró que los malos olores, la mala apariencia de

las papeleras en los baños y la fácil limpieza son argumentos para arrojar este desecho a los inodoros. En otro resultado del trabajo presentado en la figura 4 (derecha) fue posible identificar en los sectores medio y alto, con mayor nivel educativo, una mayor tendencia a desarrollar la mala práctica (Roa y Garzón, 2008).

Figura 4. Motivos por los cuales se arrojan desechos en aparatos sanitarios (izquierda). Relación mala práctica con nivel de educación (derecha).



Fuente: Roa y Garzón (2008).

Al extrapolar los resultados encontrados en la muestra se estima que en Bogotá la masa de papel higiénico que podría ser arrojado al sistema de alcantarillado a través de los aparatos sanitarios es de 350 toneladas al mes (1,3 millones de personas que arrojan en promedio 2,3 rollos de papel higiénico al inodoro al mes). Finalmente, el 77,8% de la población encuestada estaría interesada en cambiar el mal hábito. En este sentido, las motivaciones para el cambio de comportamiento de aquéllas estarían asociadas a reducir el impacto en el medio ambiente y reducir los potenciales problemas en los alcantarillados.

Con relación al segundo caso de estudio, la energía eléctrica ha sido uno de los avances tecnológicos que le ha permitido al hombre un destacado desarrollo económico, industrial y demográfico durante el último siglo. La producción industrial y agropecuaria, la movilidad, la recreación, la seguridad, las comunicaciones y la producción laboral son algunas de las actividades que dependen en gran porcentaje de la energía eléctrica para su desarrollo. No obstante, el crecimiento de la demanda de energía eléctrica ha generado serios impactos en el ambiente –asociados a los procesos que alimenta, sus efectos colaterales y los esquemas de generación.

En efecto, el consumo de energía eléctrica irá en aumento al igual que sus impactos. A partir de esta realidad, resulta indispensable el fortalecimiento de la cultura de uso racional y eficiente de la energía, de tal manera que permita satisfacer las necesidades energéticas de manera equitativa y responsable con el medio ambiente y con las generaciones futuras. De acuerdo con este planteamiento, es evidente la participación del hombre mediante hábitos y uso de tecnologías eficientes.

En la actualidad, las posibles fuentes de generación de energía eléctrica son: centrales hidráulicas, tér-

micas y nucleares, y –en menor escala– centrales eólicas, solares y geotérmicas. Cada alternativa de generación posee ventajas y desventajas desde diferentes aspectos económicos, energéticos y sociales. No obstante, todas tienen impacto directo o colateral en el medio ambiente, pues sólo en términos de emisiones de CO₂ se estima que un sistema de generación térmico con gas emite 0,4-0,5 kg mientras que un sistema con carbón emite 1 kg para generar un kWh (Morales, 2007).

La iluminación es uno de los componentes más relevantes en el consumo de energía del sector residencial. En este sentido, se estima que el 33% de la energía final que consume el país es demandado por el sector residencial y, dentro de este sector, el 28% del consumo de energía corresponde a la iluminación (UPME, 2006). Del mismo modo, en la tabla 1 se puede observar una aparente variabilidad del porcentaje de consumo de energía por concepto de iluminación en los hogares según la ciudad –por amplias variaciones socioculturales. Por concepto de clima se observa que las ciudades con climas más fríos poseen mayores consumos en iluminación residencial en comparación con las ciudades con climas cálidos. Finalmente, con la información disponible no se puede realizar una correlación entre consumo de energía y otras variables socioeconómicas.

Hoy en Colombia, una iniciativa –diseñada e implementada– asociada con el tema es la sustitución de bombillas incandescentes por bombillas fluorescentes compactas (CFL). Las bombillas incandescentes, al emitir luz y calor simultáneamente, desperdician cerca del 90% de la energía eléctrica consumida mientras que una bombilla CFL produce menores cantidades de calor reduciendo las pérdidas para una misma intensidad de luz.

Tabla 1. Consumo promedio mensual de energía en estratos 1, 2 y 3.

EQUIPO	Consumo promedio kWh/mes/hogar			
	Bogotá	Medellín	Barranquilla	Pasto
Iluminación	36,2	25,0	24,8	34,3
Televisor	8,2	7,8	11,7	6,9
Nevera	44,1	55,0	60,0	29,0
Plancha	10,7	9,4	9,0	7,7
Licudadora	1,2	1,0	1,9	1,7
Lavadora	12,7	12,7	3,8	5,2
Ducha eléctrica	63,1			62,8
Ventilador			42,7	
Total	176,2	111,0	153,9	147,6

Fuente: UPME, 2006.

Con base en un estudio de seguimiento realizado a la iniciativa de sustitución de bombillos incandescentes por CFL en Bogotá⁴ se encontró que en el 23% de las viviendas visitadas existe al menos un bombillo ahorrador; no obstante, la participación de la tecnología CFL en los estratos 1 y 2 es reducida. Según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2006), en Bogotá la participación de la tecnología incandescente en el segmento iluminación es del 72%.

Otro resultado del estudio fue evidenciar la carencia de información estructurada en los entrevistados que les permita seleccionar el CFL que sustituye a un bombillo incandescente en cuanto a intensidad de luz y color. Hoy se corre el riesgo que una persona retire un bombillo incandescente y lo sustituya por CFL equivocados o de mala calidad. Este hecho genera una reducción del ahorro energético y de los esfuerzos para lograrlo.

Finalmente, se observa que el 93% de los encuestados reconocen el ahorro de energía eléctrica y los beneficios para el medio ambiente de los CFL; sin

embargo, no utilizan los bombillos ahorradores debido a consideraciones y creencias particulares. Como criterio final se estima que al sustituir todos los bombillos incandescentes en el país por luminarias CFL se lograría una reducción del 3-4% en el consumo de energía final. Adicionalmente, el aumento de la participación de las centrales hidroeléctricas en el mix de generación de energía, hecho posible con los recursos hídricos disponibles en el país, permitirá reducir las emisiones de gases efecto invernadero asociado a la generación de energía.

CONCLUSIONES

Es necesaria una articulación de modelos de pensamiento duros y suaves en la ingeniería, de tal manera que permitan al hombre un mejor conocimiento y análisis de los problemas. Al mismo tiempo, se deben generar soluciones estructurales a sus necesidades y problemas, las cuales contemplen aplicaciones de ciencia y tecnología articuladas con cambios en las formas de pensar y actuar del hombre.

Si los procesos contaminantes son el resultado de malas prácticas –desarrolladas por una población de manera recurrente y masiva–, en consecuencia cono-

4 Estudio realizado por Velandia, 2008; se aplicaron 500 encuestas en Bogotá en todos los estratos.

cer los motivos y el perfil de las personas que aplican esa mala práctica, permitirá establecer un control de los problemas ambientales que amenazan la sustentabilidad del hombre. “La verdadera educación de la responsabilidad conlleva una conversión auténtica en la manera de pensar y en el comportamiento” (Juan Pablo II, 1990).

En Colombia, donde más del 50% de las ciudades o centro urbanos no posee un sistema de tratamiento primario eficiente de aguas residuales, el desarrollo de prácticas de reducción de desechos en la fuente constituye un mecanismo eficiente para reducir los impactos de las descargas de los alcantarillados en el ambiente previo a la construcción de los respectivos sistemas de tratamiento. Soluciones simples a partir de cambios de comportamiento permitirán la minimización de impactos y un mejor aprovechamiento de los recursos.

Por otra parte, existen percepciones y condicionantes que han obstaculizado el proceso de sustitución de bombillos incandescentes por CFL en Colombia generados por el desconocimiento de la nueva tecnología. En este sentido, se debe capacitar a las personas para el proceso de sustitución y, al mismo tiempo, para el uso racional de la iluminación, aprovechamiento de la luz solar y la transferencia de esta

cultura de uso racional y eficiente de la energía a otros electrodomésticos en el hogar.

Los escenarios en los cuales se evidencia el papel de la cultura como aspecto relevante para el desarrollo y control de un proceso contaminante o como elemento clave para el diseño, la implementación y la operación de un proyecto de ingeniería son múltiples. Modelos de movilidad urbana, uso eficiente y racional del agua, producción y disposición de basuras son sólo algunos casos. No obstante, en el actual escenario en el cual la sustentabilidad es una necesidad, la ingeniería, la economía y las ciencias blandas deben trabajar conjuntamente con el propósito de definir las acciones que una sociedad pueda desarrollar para satisfacer sus necesidades.

Finalmente, si bien es claro que no se debe detener los procesos de desarrollo, es imprescindible tener en cuenta los conceptos socioculturales en los diversos análisis integrales de situaciones, necesidades y problemas. El hombre necesita de sí mismo para garantizar su sustentabilidad. Las aptitudes y los hábitos adquiridos por el hombre como miembro de la sociedad se deben enmarcar en una reflexión que articule “el buen vivir” con el desarrollo, componentes que deben trascender a futuras generaciones.

REFERENCIAS

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), 2008. Reportes de gestión en alcantarillado. Bogotá.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), 2006. Plan General Estratégico del año 2006. Bogotá.

Instituto Andino de Sistemas (IAS), 2008. ¿Qué es el pensamiento sistémico? Perú.

Juan Pablo II, 1990. Mensaje por el Día Mundial de la Paz 01/01/90.

Juan Pablo II, 1989. XXV Sesión de Conferencia de la FAO.

Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación (MAEC), 2008. La dimensión cultural de los problemas ambientales como herramienta de cooperación al desarrollo. España.

Morales, G. y Pacheco, H. 2007. Reducción de las emisiones de carbono y la energía renovables. 8.º Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica. Perú.

Roa L. y Garzón S. (2008) Cultura social en el desarrollo de procesos contaminantes. Caso: desechos orgánicos dispuestos inadecuadamente en los aparatos sanitarios al alcantarillado de Bogotá D.C. localidad 02 Chapinero. Bogotá: Universidad de La Salle. Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Civil, pp. 108.

Servicios Municipales de Agua Potable y Alcantarillado (Semapa), 2004. Informe mantenimiento de colectores. Bolivia.

Unesco, 1982. Declaración de México sobre las políticas culturales. México.

UPME, 2006. Determinación del consumo final de energía en los sectores residencial urbano y comercial y determinación de los consumo para equipos domésticos de gas y energía eléctrica en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.