

# LetrasVerdes

REVISTA DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS SOCIOAMBIENTALES FLACSO - ECUADOR

www.flacsoandes.org/letrasverdes

Edición N.º 10

ISSN 1390 - 6631

Septiembre 2011



## DOSSIER:

Instrumentos fiscales para la gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Huella isotópica: ¿puede el análisis forense mejorar el control ambiental?

La herramienta: entre el uso Eco-lógico y el Eco-ilógico

## ACTUALIDAD:

De Hiroshima a Fukushima: la conveniencia del uso de la energía nuclear

Consumo  
y Responsabilidad  
Ambiental



FLACSO  
ECUADOR



## Créditos

### FLACSO Sede Ecuador

**Director:**

*Adrián Bonilla*

**Coordinador del Programa de Estudios Socioambientales:**

*Teodoro Bustamante*

### Revista Letras Verdes

[www.flacsoandes.org/letrasverdes](http://www.flacsoandes.org/letrasverdes)

**Coordinador:**

*Nicolás Cuvi*

**Editores:**

*David Cáceres Bayona, Estefanía Martínez Ezguerra*

**Comité Asesor:**

*Alberto Acosta, Anita Krainer, Guillaume Fontaine, Ivette Vallejo, María Cristina Vallejo, Teodoro Bustamante*

**Colaboraron en este número:**

*Anita Krainer, Marc Le Calvez, Mónica Orozco, Santiago Vallejo, Teodoro Bustamante*

### Nuestra portada

**“Para sobrevivir”**

Tomada en Quito, Ecuador.

II Concurso de Fotografía Ambiental

Revista Letras Verdes, 2011.

**Foto:** *Paula Salazar Costa*

FLACSO Ecuador  
La Pradera E7-174 y Diego de Almagro  
PBX: (593-2)3238888, ext. 2611  
Fax: (593-2)3237960  
<http://www.flacsoandes.org/letrasverdes>  
[letrasverdes@flacso.org.ec](mailto:letrasverdes@flacso.org.ec)  
[www.flacso.org.ec](http://www.flacso.org.ec)  
Quito, Ecuador

**Letras Verdes** es un espacio abierto a diferentes formas de pensar los temas socioambientales. Las opiniones vertidas en los artículos son de responsabilidad de sus autores.



## Índice

### Editorial

---

<b>Introducción: el consumo y la responsabilidad ambiental</b> .....	1-2
<i>Nicolás Cuvi</i>	

### Dossier

---

<b>Instrumentos fiscales para la gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en los municipios mexicanos</b> .....	3-20
<i>Violeta Mendezcarlo Silva</i>	

<b>Huella isotópica: ¿puede el análisis forense mejorar el control forestal?</b> .....	21-32
<i>Ulrich Malessa y Walter Palacios</i>	

<b>La herramienta: entre el uso Eco-lógico y el Eco-ilógico</b> .....	33-51
<i>Otto Lührs Middleton</i>	

### Actualidad

---

<b>De Hiroshima a Fukushima: la conveniencia del uso de la energía nuclear</b> .....	52-63
<i>David Cáceres Bayona</i>	



## **Introducción: el consumo y la responsabilidad ambiental**

La recurrente pregunta sobre quién ha podido, puede, o podría dar alternativas para atenuar y quizás detener la crisis ambiental tiene varias respuestas. Asuntos de magnitud considerable, como el cambio climático o el uso desmedido de energía proveniente de fuentes no renovables, como los hidrocarburos, pueden obtener respuestas a nivel gubernamental e intergubernamental, local y global. Pero estos mismos asuntos, y otros de menor magnitud (pero no de menor importancia), también son respondidos desde las asociaciones civiles y desde acciones individuales. En ciertas ocasiones, se trata de reacciones ante la ineficacia de ciertos sistemas de representación democrática (y la deliberada inmovilidad de algunos representantes del pueblo), mientras en otros la motivación es la conciencia y el deseo de vivir en un mundo mejor y posible.

¿Cómo les está yendo a estas iniciativas? ¿Quién las propone, quién las ejecuta y qué resultados han tenido? ¿Es posible hablar de sociedades (a nivel macro o micro) cuyos consumidores, productores y proveedores de bienes y servicios estén transitando hacia la sostenibilidad ambiental? ¿Cuál es el alcance de la idea de consumo responsable y cómo ha cambiado? Esas fueron algunas preguntas que propusimos para el número 10 de *Letras Verdes*, y para las cuales recibimos tres respuestas.

En el artículo “Instrumentos fiscales para la gestión de residuos sólidos urbanos en los municipios mexicanos”, Violeta Mendezcarlo Silva analiza el manejo de la comúnmente llamada basura en Guadalajara, Monterrey y Puebla, que son los municipios que producen más residuos después del Distrito Federal en México. La autora analiza los principios de “quien contamina paga” y de “responsabilidad compartida” en las políticas públicas mexicanas, nacionales y de los municipios seleccionados, y reflexiona sobre la posibilidad de usar instrumentos fiscales para reforzar el efecto de estos principios y para crear una conciencia de consumo responsable que rechace, reduzca, seleccione, e incida de otras maneras en la generación de residuos.

Desde una óptica diferente, orientada hacia el control del comercio de madera ilegal proveniente de bosques tropicales, Ulrich Malessa y Walter Palacios se plantean la pregunta: “Huella isotópica: ¿puede el análisis forense identificar el origen de la madera?” En su artículo explican la alternativa que provee el análisis forense de la huella isotópica de la madera para identificar la proveniencia de troncos y tablones, y así distinguir la madera que ha sido extraída en procesos de tala ilegal. Su énfasis está en la caoba y el cedro, dos especies de gran valor comercial y cuya explotación forestal está vedada en el Ecuador.

Las contribuciones para el dossier terminan con el artículo “La herramienta: entre el uso Eco-lógico y Eco-ilógico”, de Otto Lührs Middleton, quien reflexiona sobre las relaciones entre las personas y las herramientas de trabajo, transporte y recreación, y sobre sus implicaciones en el consumo, el gasto energético, y el entorno. El autor explica cómo los usos diferentes de la herramienta permiten construir alternativas para escapar de los poderes del mercado mundial, la propaganda y la dependencia subjetiva que crea el sistema capitalista hacia las herramientas.

Finalmente, como contribución de Actualidad, en el artículo “De Hiroshima a Fukushima. La conveniencia del uso de la energía nuclear”, David Cáceres presenta una reflexión sobre la energía nuclear y sus impactos, por un lado negativos, como las fallas de algunas centrales nucleares y el difícil manejo de los residuos, pero también sobre las ventajas de su uso, tales como la no producción de gases de efecto invernadero y la diversificación de la matriz energética.

Tras la lectura de los artículos del dossier a la luz de la reflexión sobre consumo responsable y conservación del ambiente, se constata que las intervenciones necesarias para disminuir la entropía creada por el consumismo existen y son posibles, y que están sucediendo en diferentes esferas, con diversas intensidades y alcances, desde el ámbito de la política hasta cada consumidor, en espacios públicos y privados. De esta manera la especie humana muestra que su ingenio no solamente es capaz de crear mercados y tecnologías para depredar el entorno, sino también de construir resiliencia ante tal deterioro.

Se constata además que el tránsito hacia el consumo responsable no es únicamente responsabilidad del consumidor o del sistema, sino que depende de una respuesta conjunta y articulada. Al final, la estructura del sistema es construida por la gente, por millones de micropoderes que son capaces de dar respuestas a diferentes escalas. A escala de la sociedad, local o global, la respuesta la pueden dar los gobiernos, las asociaciones, las instituciones, los grupos y barrios. A escala individual, la estrategia se materializa en el momento del consumo o del intercambio, cuando cada persona selecciona aquellos productos o servicios que significan un menor impacto negativo en el planeta.

Resulta una tarea difícil, es necesario admitirlo, desafiar los paradigmas de la sociedad de consumo que empujan hacia la adquisición de la mayor cantidad de bienes y se niegan a aceptar las externalidades. A nuestro alrededor hay una peligrosa mezcla de factores, que oscilan entre la ignorancia y el optimismo en los mercados; hay un extenso grupo de la sociedad que utiliza al máximo los medios de comunicación para fomentar el consumo y desperdicio de materiales, y construir sujetos que niegan y rechazan la crisis ambiental.

Al final, son las sociedades y sus individuos quienes escogen sus caminos. Ambos tienen agencia y responsabilidad, como ilustran los artículos de este dossier. Quizás requerimos incrementar la difusión del conocimiento sobre el verdadero alcance y significado del consumo responsable, promover más innovaciones para optimizar el metabolismo en nuestra civilización, y además rescatar y valorar con nuevos ojos los conocimientos y valores de otras sociedades (del pasado o de grupos invisibilizados) en relación con las estrategias de apropiación y relación con la naturaleza. Es eso lo que hemos querido hacer con esta edición de *Letras Verdes*.

**Nicolás Cuvi**

**Coordinador de Letras Verdes**

## **Instrumentos fiscales para la gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en los municipios mexicanos**

### **Fiscal Instruments for the Municipal Solid Waste Management (MSW) in the Mexican Municipality**

Violeta Mendezcarlo Silva

---

Violeta Mendezcarlo Silva es Maestra en Administración de Impuestos, profesora-investigadora de tiempo completo de la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

[violeta.mendezcarlo@uaslp.mx](mailto:violeta.mendezcarlo@uaslp.mx)

---

Fecha de recepción: 1 de mayo de 2011

Fecha de aceptación: 29 de Septiembre de 2011

#### **Resumen**

La generación de basura (residuos urbanos) en las ciudades, como sabemos es uno de los principales problemas que aquejan al medio ambiente. La responsabilidad de la contaminación no solo es de las empresas sino de los hogares, de todos los habitantes, quienes deben reorientar sus conductas hacia un consumo responsable; no solo por cuanto hace a las elecciones de productos y servicios ambientalmente amigables, sino que sus alcances deben extenderse hasta influir en la reducción de los daños ambientales causados por la basura desechada.

El objetivo del presente trabajo es hacer patente que los Gobiernos Locales (en el caso de México, los municipios), tienen la ineludible obligación de estimular la formación de conciencias a través de la utilización de instrumentos que incentiven una gestión responsable de la basura; para ello los instrumentos fiscales reportan un beneficio adicional a la orientación de la conducta del contaminador, la recaudación de fondos públicos para neutralizar el problema.

**Palabras clave:** municipios, basura, gestión de residuos, política pública.

#### **Summary**

Waste generation (municipal waste) in the cities is, as we all know, one of the main current environmental issues. Responsibility for this kind of pollution is not only the companies' but also the homeowners' and the general public's, who must redirect their behaviour towards a responsible consumption, not only regarding the choices of environmentally friendly products and services but should also strive to influence the reduction of environmental damage caused by the waste itself.

The goal of this research work is to make clear that the local government (in Mexico's case, the municipalities) has the unavoidable duty of raising awareness of this issue by using tools to encourage responsible waste management, such as fiscal instruments, which in addition results in the extra benefit of raising public funds to neutralize the problem.

**Keywords:** municipal, Waste Management, Public Policy.

## Introducción

La actividad de consumo del ser humano ha sido permanente desde su aparición en la Tierra, ya que está basada en la satisfacción de sus necesidades inmediatas, pero lentamente a dichas necesidades se han ido agregando las de lujo, *confort* y recreación. Además, conforme la civilización y la tecnología avanzan, los hábitos de consumo se han ido modificando.

Desde la consolidación de complejas redes en las congregaciones humanas de las ciudades, se ha generado el problema de la acumulación de residuos provenientes de la actividad urbana, el cual ha sido abordado desde diferentes perspectivas y como consecuencia de diversos aprendizajes vinculados a problemas de salud pública e imagen.

Así, podemos citar la experiencia europea de las epidemias recurrentes de peste bubónica de los siglos XIV y XVIII, originadas por la deficiente disposición de los desperdicios, la proliferación de ratas, pulgas y otros animales nocivos que proliferaron en las atestadas ciudades de la época. Ante estas complicaciones hubo diversas respuestas: digno de mencionarse es el ejemplo parisino de ingeniería urbanística impulsado por Haussmann (Sánchez, s/f: 2) en el siglo XIX para poner fin a la insalubridad pública que generaba la convivencia de los ciudadanos con sus propios desechos.

Es precisamente este vínculo entre los desechos, la fauna nociva y la enfermedad pública el que generó en los gobiernos de los Estados modernos la necesidad de regular la prestación de servicios de diseño urbano adecuado, administración de agua potable, alcantarillado y recolección de residuos domésticos. Con esto se buscaba erradicar los nocivos efectos del círculo vicioso causante de una alta tasa de mortalidad infantil y baja expectativa de vida general que aquejaron a la humanidad en general hasta siglos recientes.

Es así como se justifica que los primeros esfuerzos por legislar sobre el medio ambiente tuvieran una orientación salubrista, buscando el abatimiento de la problemática más notoria de la contaminación urbana: los problemas de salud pública.

Este problema asociado con la contaminación por desechos urbanos no es ajeno a México, ni tampoco lo son los esfuerzos por normalizar su generación y gestión desde el ámbito constitucional, legal y reglamentario, en el que se establece el derecho de los habitantes a un medio ambiente adecuado, el cual se concreta en la Ley General para la Prevención Integral de los Residuos (en adelante LGPGIR) vigente a partir de 2003.

Para ello, el Estado dispone de diversos instrumentos de política pública (normas, reglamentos, planes y programas) que le permiten operativizar los objetivos de política orientados a la adecuada gestión de los residuos sólidos urbanos (en adelante RSU), es decir aquellos que se generan como consecuencia de la vida doméstica y de establecimientos mercantiles.

Para la atención efectiva del problema, se hace necesario intervenir en la cadena de producción de residuos, involucrando a los sujetos que participan en su generación (industriales, comerciantes y consumidores), creando conciencia de la corresponsabilidad en su generación y un compromiso por su disminución, fomentando una cultura de consumo responsable. Para ello, la legislación mexicana ha establecido dos principios: el de valorización y el de responsabilidad compartida (en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en adelante LGEEPA).

En el presente artículo se analiza la interrelación entre ambos principios en los tres municipios mexicanos con mayor generación per cápita de RSU (Guadalajara, Monterrey y Puebla) en cuya legislación se analiza la pertinencia de estos principios, así como las estrategias federales para la generación de hábitos de consumo entre la población en general.

Se identifican los principales involucrados en las cadenas de generación de RSU, con la intención de establecer mediante un análisis documental: ¿Cómo actúan dichos principios desde la legislación y las políticas públicas en México? ¿Cómo se reflejan en la normativa de los municipios seleccionados? y ¿Por qué los instrumentos fiscales ambientales pueden apoyar los principios de responsabilidad compartida y valorización económica en los RSU?

Finalmente, se analiza la posibilidad de usar instrumentos fiscales (impuestos, pagos de derechos, sistemas de depósito-reembolso) como herramientas que incentiven una cadena de consumo responsable entre los generadores de residuos (ya sea empresas productoras o consumidores finales).

### **Basura y contaminación urbana**

De acuerdo con Cabrera (Cabrera, 1981: 31), la contaminación puede ser clasificada por su origen, “en natural (tolvaneras, erupciones volcánicas, incendios en los bosques causados por rayos, etc.) y artificial (cuando deriva de actividades humanas)”.

Siguiendo a este autor, la contaminación generada por la acción humana sobre la naturaleza, también llamada antropógena, es atribuible a las presiones causadas por el desarrollo tecnológico y al crecimiento demográfico. Actualmente, las fuentes de la contaminación antropógena pueden clasificarse en función a sus emisores en: domésticas, agrícolas, ganaderas, recreativas, industriales y de transporte (Cabrera, 1981: 31).

La contaminación causada por las actividades señaladas genera diferentes clases de residuos, que de acuerdo al artículo 5, fracción XXIX de la Ley General para la Gestión Integral de Residuos, se definen como:



Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven (LGPGIR, 2003).

A su vez, los residuos se clasifican en: Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP). En el presente estudio se abordará la problemática de los RSU o “basura”, que pueden ser orgánicos e inorgánicos, y que según la LGPGIR se definen como:

Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole. (LGPGIR, 2003).

Debido al reconocimiento de los efectos causados por los desechos generados en el ámbito doméstico, se ha abandonado la perspectiva clásica de que los hogares eran el principal receptor pasivo de los efectos de la actividad contaminadora del progreso industrial, para asumir que las actividades domésticas también contribuyen a agravar el problema de la contaminación.

Con la intención de asumir esta responsabilidad por los daños causados por la “basura”, se han establecido diferentes medidas en su gestión integral con el objetivo de prevenir y evitar los impactos a la salud y al ambiente que causan. Esto implica la puesta en marcha de un conjunto de acciones encaminadas a la disminución de la basura generada por los diferentes responsables de su producción. Dichas acciones se denominan gestión integral de residuos y se definen, de acuerdo con la fracción X del citado artículo 5 de la LGPGIR como:

Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región (LGPGIR, 2003).

La gestión integral de los RSU abarca las fases de: generación, almacenamiento temporal, recolección, aprovechamiento, tratamiento y disposición final (LGPIR, 2007). Tanto el tratamiento como su disposición final son responsabilidad del municipio mexicano, las estrategias para su gestión son: separación y reciclaje, compostaje, tratamiento mecánico-biológico e incineración (Wehenpohl y Hernández, 2006: 20-24).

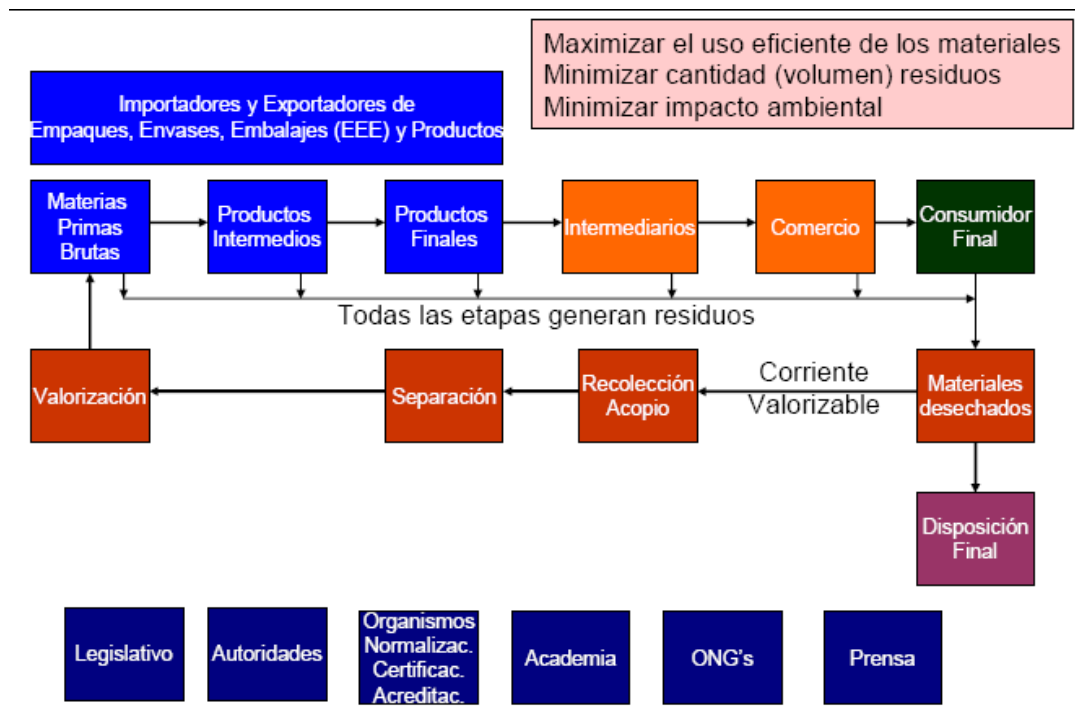
En cuanto a la disposición final, que constituye la última etapa del ciclo de vida de los RSU, se mencionan los tiraderos a cielo abierto y relleno sanitarios.

### Actores en la cadena de producción de los RSU

La responsabilidad del municipio en la gestión de la producción y disposición final de RSU, incluye la obligación de involucrar y coordinar a sus generadores para lograr la disminución de su volumen, así como de su impacto en el medio ambiente. Para ello, todos los niveles de gobierno y principalmente los municipios deben implementar las políticas, metas, objetivos y estrategias necesarios para modificar las conductas de los involucrados, promoviendo la modificación de los hábitos de producción y embalaje, consumo y reutilización, implementando instrumentos de política pública de índole normativa, educativa, económica y fiscal.

En ese sentido, el ciclo de generación de los RSU (Gráfico N.º 1) se inicia con los procesos mismos de producción, desde la transformación de materias primas, la generación de productos intermedios y finales, la intermediación en el comercio y por supuesto con su consumo final se generan restos de materias primas, subproductos y productos, empaques, envases y embalajes que van engrosando las cantidades de residuos que acumulan desechos aún antes del aparentemente simple acto de desechar basura desde los hogares.

**Gráfico N.º 1**  
**Cadena de generación de RSU y actores involucrados**



**Fuente:** Coparmex (2008: 4).

Sin embargo, una buena parte de los residuos son susceptibles de valorización económica y es responsabilidad de cada uno de sus generadores el permitir su reutilización, evitando el

desperdicio de recursos naturales, fomentando la sustentabilidad y aumentando el bienestar de la comunidad al disminuir el volumen de RSU en términos de riesgos para la salud.

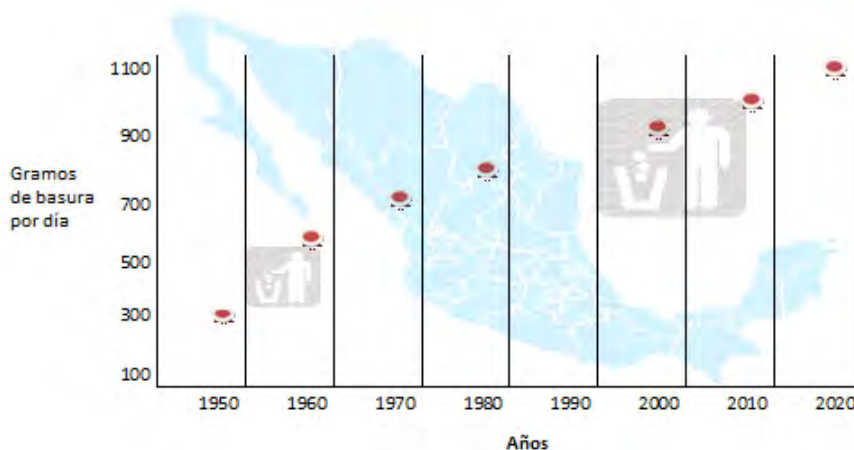
### El problema de la generación de basura en México

En México, los problemas de salud pública asociados con el manejo inadecuado de basura prevalecen desde épocas antiguas; esta condición aún es determinante en la propagación de enfermedades importantes como dengue, paludismo, cólera y parasitosis.

Dicha situación se agrava debido a los nuevos patrones de vida y de consumo impuestos por los mercados a los hogares comunes que ahora generan basura “moderna” (tecnológica y tóxica), la cual aún es dispuesta para desecharse de la misma manera en que se ha venido haciendo en otras décadas. Según afirmaciones contenidas en el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos se debe “tener presentes los nuevos riesgos introducidos por un consumo creciente de materiales y productos que contienen sustancias tóxicas o peligrosas o por ciertas modalidades de manejo de los residuos que no se realizan mediante las mejores técnicas y mejores prácticas” (SEMARNAT, 2008: 13).

En México, la población nacional ha aumentado considerablemente, de 30 a 112 millones desde la década de 1950 hasta la primera década del 2000. En el mismo lapso, el volumen de basura diario producido por cada habitante pasó de 300 a 900 gramos y se proyecta que ambas variables continúen aumentando (Gráfico N.º 2). A la par, la integración de los RSU generados en el país se ha modificado, de una composición mayoritariamente orgánica y en menor grado inorgánica (aproximadamente 60%-40%, en los años cincuenta) a invertir su proporción en los últimos años.

**Gráfico N.º 2**  
**Evolución en la generación per-cápita de RSU en México**



**Fuente:** SEMARNAT e INE (2004).

De acuerdo con datos de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), se proyecta que para 2020 se generarán 1,06 kilogramos de basura per cápita, con un total de 120.639.000

habitantes (Cuadro N.º 1), lo cual significaría un aumento sensible en la generación de RSU, siendo necesaria la implementación de un nuevo modelo de prácticas de consumo y generación responsable de basura .

**Cuadro N.º 1**  
**Proyección de la generación per-cápita y total de RSU 2004-2020**

Año	Número de habitantes (miles)	Generación Kg/hab/día (miles)	Toneladas diarias	Toneladas anuales (miles)
2004	105,350	0.90*	94,800*	34,600*
2005	106,452	0.91	96,900	35,370
2010	111,614	0.96	107,100	39,100
2015	116,345	1.01	117,500	42,890
2020	120,639	1.06	128,000	46,700

\*Datos obtenidos de la Secretaría de Desarrollo Social, 2004

**Fuente:** CONAPO y SEDESOL (citado por Gutiérrez 2006: 48).

Actualmente, el país está conformado por 2.445 municipios (INAFED, s/f) que integran los 31 Estados de la República, con 200 mil localidades en donde reside el 50% de la población total. Los RSU se generan mayoritariamente en las poblaciones urbanas que en las rurales y semirurales (Gutiérrez, 2006).

En cuanto a la disposición final de la basura, para 2004 se recolectaba el 87% de su volumen; de ese porcentaje, el 64% se depositó en rellenos sanitarios y sitios controlados, el resto en sitios clandestinos (barrancas, baldíos, etc.). De acuerdo con Gutiérrez (Gutiérrez, 2006: 55), aunque han existido iniciativas y acciones tendientes a introducir métodos novedosos para la disposición final de los RSU “como la incineración, pirólisis, gasificación, mineralización, hidrólisis, tratamiento mecánico-biológico, co-procesamiento, plasma, relleno seco, etc.” puede decirse que su impacto en el mercado mexicano es “irrelevante, debido al escaso éxito en la implantación de estas opciones en los municipios del país”.

### **Principios de política pública mexicana en materia de RSU:**

De acuerdo con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los planes, programas, líneas de acción y estrategias de todos los sectores involucrados con la gestión de los RSU deberán estar orientadas a la observancia de los principios de: Autosuficiencia, Desarrollo sustentable, Prevención y minimización, Manejo seguro y ambientalmente adecuado, Comunicación, educación y capacitación, Información, Participación social, Responsabilidad compartida, Quien contamina paga, Desarrollo



tecnológico, Protección del suelo, Armonización de las políticas y Precautorio (SEMARNAT, 2008: 7-9).

Se destacan los principios de Responsabilidad Compartida y Quien Contamina Paga, orientados a permitir la participación y distribución de responsabilidades en la generación de RSU.

El principio de responsabilidad compartida constituye el reconocimiento de la responsabilidad y participación de todos los miembros de la sociedad (gobierno, industria, comercio, servicios, academia, ONG y consumidores en general) en el manejo integral de los RSU. En otras palabras, se refiere a la participación de todos los actores involucrados para lograr la disminución de residuos (en cuanto a su cantidad y volumen físico), su separación y el fomento de una cultura de valorización económica de la basura (para su reaprovechamiento e incorporación de los costos de su gestión a los costos de producción de las empresas y los de recolección de basura a los hogares y establecimientos).

Por su parte, el principio “quien contamina paga” implica que cada persona o entidad colectiva es responsable de sus acciones sobre el ambiente y de sus impactos, así como de los costos derivados por los impactos ambientales que se ocasionen, y tal responsabilidad es intransferible. Es decir, que la absorción de los costos (de salubridad general y de gestión administrativa) deben ser asumidos, no por el Estado, el cual en la actualidad no cobra por los servicios de recolección de basura, sino por aquellos que eligen producir basura. Dicha estrategia se basa en establecimiento de impuestos, derechos y otros instrumentos fiscales.

Dentro de los objetivos rectores de las políticas públicas en materia de RSU en México, se busca la “promoción de cambios en los modelos de consumo y producción por la población, (...) con acciones ambientalmente adecuadas, técnicamente factibles, económicamente viables y socialmente aceptables,” en donde tienen cabida las acciones derivadas de los principios en estudio que incentivarían la toma responsable de decisiones en materia de consumo y la adopción de procesos ambientalmente adecuados, una vez que se les han atribuido costos a las responsabilidades de estos actores (SEMARNAT, 2008: 43).

### **Legislación mexicana en materia de RSU**

La obligación del Estado respecto de la prevención y gestión de los RSU tiene un origen en el artículo 4 de la Constitución mexicana, en el cual se establece como garantía de los gobernados el acceso a un medio ambiente adecuado.

A su vez, en la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (en adelante LGEEPA) se introdujeron reformas a partir de 1988, relacionadas con la generación y manejo de los residuos, apoyadas por la emisión de Normas Oficiales Mexicanas (NOMS), que se encargan de fijar los estándares a que deben sujetarse las actividades y acciones de gestión de residuos ya sea por particulares o por gobiernos.

En 2003 apareció la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (en adelante CPEUM) que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional y que tiene por objeto:

Art. 1. (...) garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

I. Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos (LGPGIR, 2003).

Esta norma ha llevado a establecer principios importantes en relación con la responsabilidad compartida entre los productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos (Cuadro N.º 2), y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno para lograr que el manejo integral de los residuos sea ambientalmente eficiente, tecnológicamente viable y económicamente factible (LGPIR, Art. 2 Fracción V, 2003).

**Cuadro N.º 2**  
**Responsables y acciones relacionadas en las cadenas de generación de RSU**

Responsable	Acciones relacionadas
Los responsables políticos, Presidente Municipal, Cabildo	Difusión de las 3Rs*, implementación de políticas, planes y acciones relacionados con la gestión de RSU.
Municipio y sus diferentes departamentos	Implementación de las 3Rs*, acciones relacionadas con el manejo integral de RSU y de medio ambiente
Consumidores	Participación de las 3Rs*, adquisición de hábitos de consumo responsable.
Sector privado	Participación de las 3Rs*, y la inclusión de las acciones concernientes a la planeación, generación, tratamiento de RSU en sus procesos productivos.
Sector informal	Recolección, pre-pepena y pepena
Sector educativo	Educación, Difusión y participación en las estrategias de 3R's*
Organizaciones no gubernamentales	Educación, difusión, reducción, reciclaje, en la generación de RSU
Comunidad	Participación de las 3Rs*
*3Rs. Estrategia que promueve la reducción, reciclaje y reutilización de RSU	

**Fuente:** SEMARNAT (2008: 66-67).

Correlativamente a la obligación impuesta a los municipios en la gestión de RSU, las Entidades federativas establecen normas marco locales que regulan las actividades de los municipales en la materia. Cada municipio debe formular un Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de RSU (LGP GIR, art. 26, 2003), el cual de acuerdo con la SEMARNAT debe cumplir, entre otros, con los objetivos de: Asegurar la prestación del servicio público de manejo integral de RSU, dar prioridad a la prevención y valorización de los RSU y considerar la situación socio-económica (Wehenpohl y Hernández, 2006: 9).

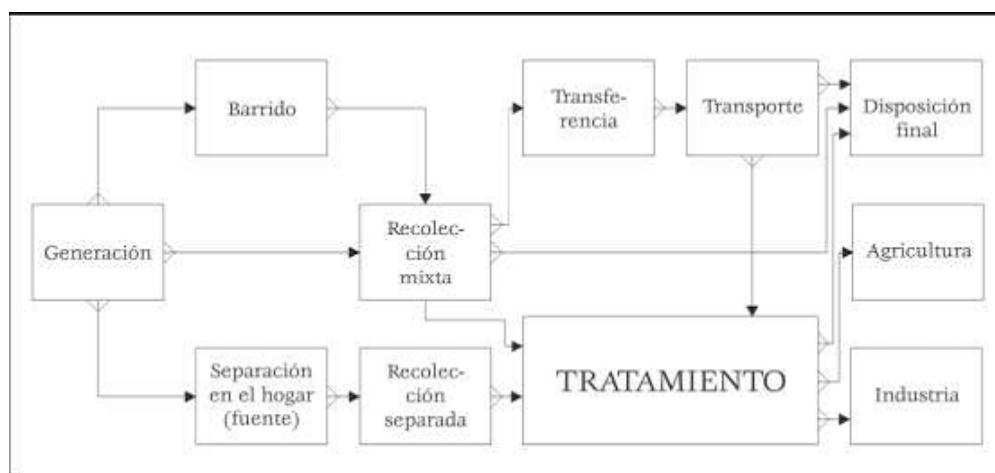
### Las responsabilidades del municipio en la gestión de los RSU

Los municipios tienen el encargo constitucional (art. 115) y legal de la gestión integral de los RSU, que de acuerdo al artículo 10 de la LGPGIR incluye la recolección, traslado, tratamiento, y disposición final de la basura (dentro de los espacios públicos de jurisdicción municipal que comprenden, calles, parques y jardines públicos, entre otros). En términos del mismo precepto, el municipio deberá formular Programas Municipales sobre RSU, reglamentos y disposiciones jurídico-administrativas de observancia general dentro de sus jurisdicciones.

También se faculta al municipio para efectuar el cobro por servicios de manejo integral de basura destinando los ingresos a la operación y el fortalecimiento de los mismos, en observancia del principio “el que contamina paga” que guía las señaladas políticas nacionales en materia de RSU.

El municipio también está obligado a prestar, por sí mismo o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de RSU, establecer y mantener un registro de los grandes generadores de RSU y un Sistema de Aseo Urbano (SAU) que tiene por objeto la recolección de basura generada en los hogares, espacios públicos y la obtenida del barrido de calles, como se muestra en el Gráfico N.º 3.

**Gráfico N.º 3**  
**Esquema del SAU para la recolección de RSU por el municipio**



**Fuente:** Wehenpohl y Hernández (2006), SEMARNAT- GTZ.

En algunos municipios mexicanos el barrido de las calles (frente de las casas) corresponde a los ciudadanos, y el incumplimiento de esta obligación está sancionado con una multa (Reglamento de Limpia del Municipio de Torreón, Coahuila, Arts. 20 y 21), con lo que se traslada en parte la obligación al ciudadano de cooperar en la limpieza comunitaria, fortaleciendo la participación social.

### **La responsabilidad en los costos de la gestión de los RSU y la participación social**

De acuerdo con un estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, citado en SEMARNAT 2008: 14), “existe una relación entre el aumento en el Producto Interno Bruto (PIB), la capacidad de gasto de la población, y el incremento en el volumen de generación de los residuos sólidos”. Conforme a la misma fuente, esta situación se reproduce al interior del Estado mexicano, en tanto que la producción per cápita de basura es mayor en la capital y en las Entidades Federativas del Norte del país que en los del Sur, con menores ingresos y desarrollo.

De acuerdo con esto, pareciera indisoluble ese vínculo entre el progreso y la contaminación asociada con la basura, situación que de no atenderse, produciría un agravamiento de la desigualdad entre la población y a largo plazo una disminución de la calidad de vida en general.

A nivel internacional, la presión de los diferentes compromisos comerciales que México ha suscrito obliga al país a responsabilizar a los productores de bienes y servicios de las características de los RSU que se generan en su consumo. Para ello, el Estado mexicano ha asumido la inclusión de principios rectores en sus políticas públicas que buscan corresponsabilizar a los actores involucrados en la generación de basura.

Evidentemente todas las acciones generadas por cada uno de los actores sociales involucrados en torno a sus conductas contaminadoras tienen un costo de índole económico, inversión horas-persona, sacrificio de espacios o inclusive implicaciones de salud, dichos costos e implicaciones con frecuencia son trasladados al Estado, y en el caso concreto de los RSU a los municipios (ya que aunque legalmente tienen la facultad de cobrar derechos por la recolección de RSU, este servicio se presta de manera gratuita en la mayor parte de las entidades), los cuales se ven presionados a producir resultados inmediatos a costos más bajos; esto puede perpetuar patrones de irresponsabilidad entre las empresas y hogares, quienes deberían participar en la gestión (desde la recolección hasta la disposición final) de la basura en los asentamientos humanos.

Además, entre la sociedad existe una percepción equivocada en relación con su responsabilidad en la gestión de los RSU y en asumir sus costos, ya que se considera que el pago del servicio de manejo integral de residuos está implícito en el impuesto predial, con lo cual no se tiene ningún incentivo para minimizar su generación (SEMARNAT, 2008: 16).

Así, las ganancias que obtienen pocos municipios como producto del reciclaje de algunos componentes de la basura se destinan al sostenimiento de otras etapas de los ciclos del



Sistema de Aseo Urbano, aunque como se sostiene sería necesario introducir un sistema de cobro de derechos por el servicio de limpieza que forma parte del manejo integral de residuos; esto podría incentivar un mayor involucramiento de los actores que contribuyen a la generación de RSU, tal y como lo sostiene la SEMARNAT:

La introducción de tarifas para el servicio de limpieza actualmente es poco aplicada en el país. Pero considerando que se trata de un servicio semejante al suministro de agua o electricidad esta posición debiera ser replanteada. Además la aplicación de tarifas puede ser usada como un instrumento económico que permite motivar a la población a participar en las medidas necesarias de una gestión moderna y ambientalmente deseable (Wehenpohl y Hernández, 2006: 26).

En lo que se refiere a la participación social, se busca incentivar en los diferentes sectores la participación de los habitantes en las campañas de conciencia ambiental, el impulso a las ONG dedicadas a difundir la cultura y acciones de reciclaje, fortalecimiento comunitario de la salud (campañas de descacharrización), así como su intervención y la de las instituciones educativas en la formulación de propuestas de mejora para la gestión de la basura.

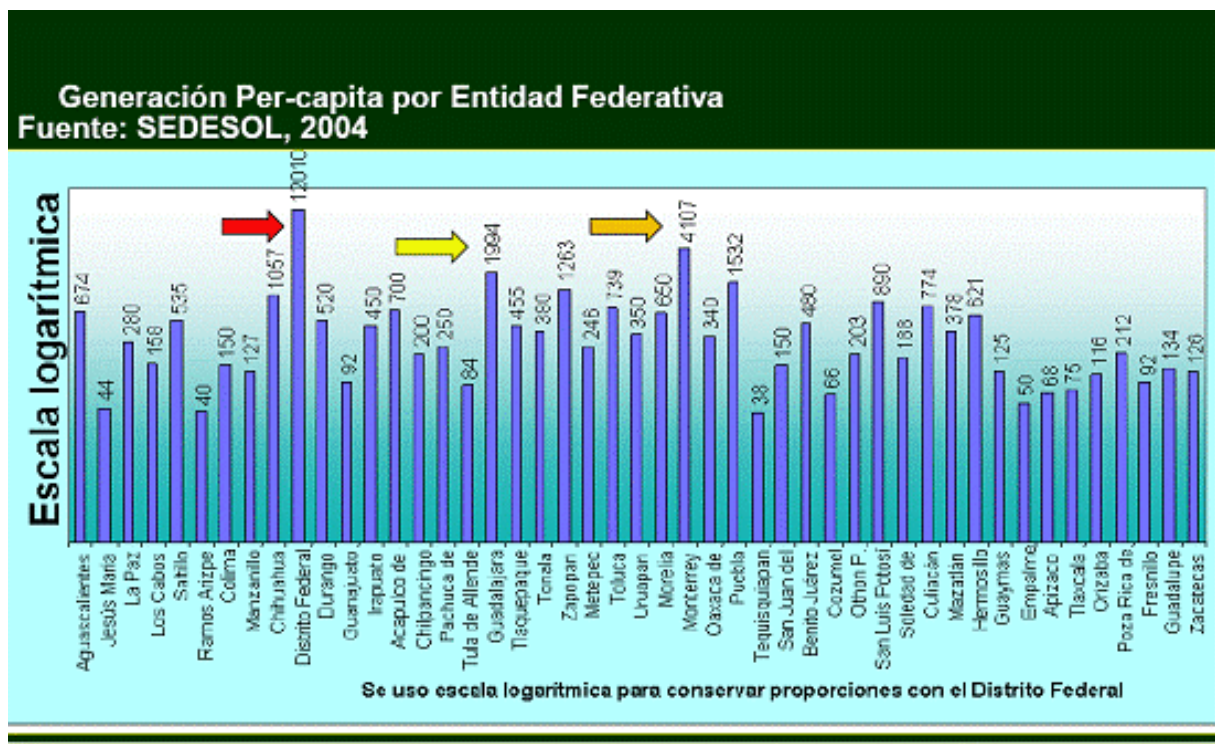
### **Los principios de responsabilidad social y el que contamina paga en materia de RSU en tres municipios mexicanos**

De acuerdo con la SEDESOL (FEMISCA, 2009), los tres municipios con mayores descargas per cápita de RSU son los de Guadalajara, Monterrey y Puebla, como se muestra en el Gráfico N.º 4 (en el presente estudio no se incluye al Distrito Federal, capital de la República Mexicana, que tiene la mayor producción per cápita de RSU, dado que presenta un régimen jurídico administrativo diferente al del municipio).

En relación con la legislación del Estado de Nuevo León, se han considerado los criterios de responsabilidad compartida cuando en el artículo 167 de la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León se señala: “En materia de prevención y control de la contaminación del suelo, se aplica el principio de responsabilidad compartida a los diferentes agentes que participan en las cadenas de generación de los RSU”:

1. Continuando con la normativa citada, se señala como uno de los criterios fundamentales para la prevención y control de contaminación del suelo, “la corresponsabilidad del Estado, los Municipios y la Sociedad en el fomento de la separación de los residuos desde su origen, el control y la disminución de la generación de RSU y la incorporación de técnicas y procedimientos para su reutilización y reciclaje, el aprovechamiento del biogás producto de la descomposición de los residuos orgánicos como fuente renovable de energía” (art.167 fracción I, Ley Ambiental del Estado de Nuevo León, 2005).

**Gráfico N.º 4**  
**Generación per-cápita de RSU por entidad Federativa**



Fuente: SEDESOL (2004 citado por FEMISCA, 2009).

De acuerdo con el artículo 168, fracciones II y IV, este criterio deberá considerarse en la operación de los sistemas de limpia, manejo y disposición final de RSU y RME en rellenos sanitarios, así como el uso de sistemas de reciclamiento de desechos sólidos que permitan disminuir su cantidad, a través de la separación y la clasificación, así como en la operación de otros sistemas de reciclaje. También se insertan criterios como los siguientes:

1. Se impone a las personas físicas o morales generadoras de RSU la responsabilidad de su manejo hasta el momento en que son entregados al servicio de recolección autorizado por la autoridad competente, o cuando son depositados en los contenedores o sitios de confinamiento adecuados, a efecto de que puedan ser recolectados de acuerdo al artículo 171.
2. Las empresas generadoras de residuos deberán cerciorarse de que las empresas que presten los servicios de manejo y disposición final de los mismos, cuenten con las autorizaciones vigentes emitidas por la Secretaría, en caso contrario serán responsables de los daños y perjuicios que se ocasionen por su manejo.

3. De acuerdo a las fracciones I,II y III del artículo 173 de la citada ley se impone a las personas físicas o morales responsables de la producción, distribución o comercialización de bienes que generen RSU, la obligación de instrumentar planes de manejo a efectos de que ocasionen el menor impacto ambiental posible; Adoptar sistemas eficientes de recuperación para minimizar, reciclar o reusar los RSU derivados de la comercialización de sus productos; y Promover el uso de envases y embalajes susceptibles de reuso y reciclaje.

4. Esta responsabilidad compartida se ve reforzada al establecerse como infracciones conductas como arrojar y abandonar RSU, residuos olorosos, quemar a cielo abierto, pepena en recipientes en vía pública y creación ilegal de tiraderos a cielo abierto, mezcla de residuos, de acuerdo al artículo 175 de la citada ley.

En el Estado de Jalisco la norma reguladora de la gestión de RSU es la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco (de aplicación en el Municipio de Guadalajara), que incorpora los principios estudiados de la manera siguiente:

1. Se reconoce como objetivo la responsabilidad compartida de todos los actores involucrados y el establecimiento de las bases para la participación ciudadana en la reutilización y manejo de residuos (Art. 2 fracciones II Y III).

2. Se incluyen en las bases para la elaboración del Programa Estatal para la Gestión Integral de Residuos: la participación del sector social y privado, para el manejo integral de los residuos sólidos; la promoción de la cultura educación y capacitación ambiental y el fomento a la responsabilidad compartida entre sus actores, en la educación de la generación de los RSU y de manejo especial y asumir el costo de su adecuado manejo.

3. Se establece la participación y responsabilidad del consumidor final entendiéndose que, cuando este adquiere un producto envasado, se convierte en responsable de su manejo. Dicha responsabilidad sólo podrá ser transferida cuando se entregue, el producto envasado o únicamente el envase, al servicio de recolección, a contenedores o sitios autorizados.

4. La legislación de esta Entidad Federativa concreta el principio “El que contamina paga” al prever la posibilidad en el Capítulo V, De los Instrumentos económicos de implementar instrumentos económicos, fiscales, financieros o de mercado, que incentiven el establecimiento de los planes de manejo; la prevención de la generación, la separación, acopio y aprovechamiento, tratamiento y disposición final, de los residuos; así como para la creación de cadenas productivas.

En relación con la incorporación de los principios de responsabilidad social en la legislación de sobre residuos del Estado de Puebla (cuyo municipio y capital del mismo nombre e ubica en el tercer lugar en la producción per-cápita de RSU nacional) podemos destacar lo siguiente:

1. La atribución que se concede al Ejecutivo del Estado a través de la Secretaría correspondiente en la promoción de la aplicación de los instrumentos económicos señalados en la Ley; (artículo 9, fracción XI de la Legislación sobre residuos del Estado de Puebla). Más adelante se amplía esta facultad a los ayuntamientos.
2. Se enumeran los instrumentos de carácter económico que coadyuvarán a la realización de acciones encaminadas a la gestión integral de residuos, que engloba: instrumentos de carácter fiscal (refiriéndose exclusivamente a los estímulos fiscales) e instrumentos financieros (integrados por créditos, fondo ambiental en materia de residuos, fideicomisos, seguros de responsabilidad ambiental, fianzas y sistemas de depósito y reembolso).
3. Respecto al principio de responsabilidad compartida se otorga la posibilidad de promover inclusión de la educación en materia de residuos en los planes de estudio a todos los niveles educativos, con el objeto de difundir el conocimiento necesario para contribuir al cambio de hábitos negativos de producción y consumo, fomentar el consumo responsable y el desarrollo de procesos a través de los cuales se evite o minimice la generación de residuos, se aproveche su valor y se otorgue a éstos una gestión integral, ambientalmente adecuada.

### **Tributación como instrumento para fomentar el principio de responsabilidad compartida**

Como se ha señalado, el problema de la contaminación generada por RSU se ha agravado en México en las últimas décadas, al aumentar la población al mismo tiempo que las cantidades de basura generadas por habitante así como el consumo de otros bienes de carácter ambiental. Por ello el municipio está obligado a emprender las acciones necesarias para impactar las acciones de los involucrados en la generación de basura: productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno, dentro del ámbito comunitario (SEMARNAT, 2008: 47).

En este sentido, los principios “el que contamina paga” y el de responsabilidad compartida, constituyen un esfuerzo para cambiar la visión en la forma de enfrentar este problema considerando soluciones preventivas para el control y el aprovechamiento de los RSU, reconociendo la importancia de la participación responsable de todos los actores involucrados, más allá del establecimiento de medidas, estándares, infracciones y sanciones (controles directos).

En la actualidad, prolifera la tendencia del uso de tributos para mitigar problemas ambientales, entre ellos los impuestos ambientales y el cobro de derechos por descargas o por uso de bienes del dominio público del Estado. Estos tienen la ventaja de fomentar conductas responsables entre los agentes generadores de contaminación (empresas y hogares) ya que les alerta sobre los costos que el estado debe asumir incorrectamente por sus acciones, y dichos agentes deberán valorar hasta qué punto resulta rentable producir



más basura o modificar sus hábitos de consumo o bien el desperdicio en sus procesos productivos o de embalaje de productos, por ejemplo.

A la larga, dichos tributos generarían actitudes de consumo responsables, apoyados por el principio de responsabilidad compartida ya que incentivaría que tanto los hogares como las empresas participaran de actitudes y actividades encaminadas a valorizar y minimizar la generación de RSU.

Es preponderante desarrollar los mecanismos e instrumentos que obliguen a los responsables, de cualquier sector, a cumplir al menos con los ordenamientos vigentes, además de existir y promover la oportuna vigilancia y control de estos sistemas. Además se señala en el mismo estudio que:

En el mismo sentido, la estructura tarifaria debe distribuir los costos del manejo de residuos y regularlos en función de la calidad, oportunidad y servicio, el cobro del servicio mediante tarifas diferenciadas entre otros mecanismos, mismos que a su vez, garanticen el cumplimiento de los ordenamientos legales vigentes, la calidad de vida, imagen urbana y conservación de los recursos naturales (Gutiérrez, 2006: 60).

## **Conclusiones**

Como se ha visto, el problema de generación de la basura en México, puede ser atacado desde dos perspectivas: por un lado los sistemas de regulación normativa (que imponen sanciones y limitan coactivamente actividades), y por el otro aquellos que buscan la participación de los diversos agentes involucrados en el problema para generar un cambio en los hábitos de producción y de consumo nocivos para el ambiente. Los instrumentos encaminados a cambiar las conductas de los participantes en las cadenas de generación de los RSU están sustentados en los principios de responsabilidad compartida y “el que contamina paga”.

Como se ha señalado, ambos principios ya se encuentran presentes en la legislación Estatal aplicable en la materia para los municipios mexicanos con mayor generación per cápita de RSU, mostrando un mayor grado de desarrollo el de responsabilidad compartida que “el que contamina paga”, sin embargo, ambos se encuentran previstos a nivel federal y no son excluyentes entre sí.

Ambos principios resultan complementarios en el sentido de que los tributos que tienen como base la generación de RSU permiten adquirir en los empresarios, comerciantes y consumidores una conciencia de los costos que asume el Estado, modificando a la larga las actividades nocivas propiciando la responsabilidad compartida.

Por lo pronto, en México se advierte la voluntad política expresada en los planes sobre gestión de RSU de aplicar instrumentos que faciliten la responsabilidad compartida y la valorización económica de la basura y los municipios tienen la posibilidad normativa de implementar este tipo de instrumentos que representan una oportunidad de valorizar los subproductos, aumentar la participación de la población, y favorecer una mejor cultura en torno al consumo responsable, a la par que cumple con compromisos internacionales y se

mejora la calidad de vida de la población.

---

### Referencias citadas

Cabrera, Lucio (1981). *El derecho de la Protección al Ambiente*. México D.F.: UNAM.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. De 5 de febrero de 1917 y sus reformas. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf> (visitada el 17 de marzo de 2011).

Coparmex (2008), “Planes de manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (RME), Documento de Posición”. Disponible en <http://www.coparmex.org.mx/upload/comisionesDocs/Planes%20de%20Manejo%20Posici%C3%B3n%20COPARMEX%202008.pdf> (visitada el 17 de marzo de 2011).

INAFED, Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal (s/f). “Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México”. Disponible en

[http://www.inafed.gob.mx/wb/ELOCAL/ELOC\\_Enciclopedia#](http://www.inafed.gob.mx/wb/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia#) (visitada el 19 de marzo de 2011).

FEMISCA, Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. A.C. (2009). “Evaluación y selección de Tecnologías para el manejo, tratamiento y disposición final de los RSU en el Distrito Federal”. Disponible en <http://www.utj.edu.mx/exu/documentos/conf04.pdf> (visitada el 22 de marzo de 2011).

Gutiérrez, Víctor (2006). “Políticas públicas y desarrollo institucional”. En *Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos*, pp. 29-42, Raúl del Pont y Susana Escobar, editores. México, INE, Instituto Nacional de Ecología. Disponible en <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/495/residuos.html> (visitada el 22 de marzo de 2011).

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. De 28 de enero de 1988. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm> (visitada el 17 de marzo de 2011).

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. De 8 de octubre de 2003. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm> (visitada el 17 de marzo de 2011).

Ley de Gestión integral de residuos del Estado de Jalisco. De 24 de febrero de 2007. Disponible en <http://statecasefiles.justia.com/estatales/jalisco/ley-de-gestion-integral-de-los-residuos-del-estado-de-jalisco.pdf> (visitada el 19 de marzo de 2011).

Ley Ambiental del Estado de Nuevo León. De 15 de julio de 2005. Disponible en [http://www.nl.gob.mx/pics/pages/med\\_amb\\_plan\\_norm\\_jurid\\_ley\\_re\\_base/LeyAmbiental.pdf](http://www.nl.gob.mx/pics/pages/med_amb_plan_norm_jurid_ley_re_base/LeyAmbiental.pdf) (visitada el 19 de marzo de 2011).

Ley para la prevención y gestión integral de los Residuos sólidos urbanos y de Manejo Especial para el estado de Puebla. De 15 de agosto de 2008. Disponible en [http://www.congresopuebla.gob.mx/old\\_site/web/prensa/tmp/residsol.pdf](http://www.congresopuebla.gob.mx/old_site/web/prensa/tmp/residsol.pdf) (visitada el 19 de marzo de 2011).

Reglamento de Limpia del Municipio de Torreón, Coahuila. De octubre de 1991. Disponible en <http://148.206.53.231/bdcdrom/GAM06/GAMV15/root/docs/EDO-040.PDF> (visitada el 19 de marzo de 2011).

Sánchez, Josefina (s/f). “Arquitectura y urbanismo del siglo XIX”. Disponible en [http://www.mirada.educa.aragon.es/TEXTOS\\_JSP/05\\_Contemporaneo.pdf](http://www.mirada.educa.aragon.es/TEXTOS_JSP/05_Contemporaneo.pdf) (visitada el 17 de abril de 2011).

SEMARNAT, (2008) “Programa nacional para la prevención y gestión integral de residuos en México”. Disponible en <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/publicaciones/Publicaciones/SEMARNAT%20Resumen%20Ejecutivo%2009.pdf> (visitada el 19 de marzo de 2011).

Wehenpohl, Günter., y Hernández, Claudia (2006). *Guía para la elaboración de los programas municipales para la prevención y gestión integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. (SEMARNAT- GTZ).

## Huella isotópica: ¿puede el análisis forense mejorar el control forestal?

### Isotopic footprint: ¿does the forensic analyses improve forest control?

Ulrich Malessa y Walter Palacios

---

Ulrich Malessa es ingeniero forestal, Trabajó en TRAFFIC hasta abril de 2011 en la oficina de América del Sur, ahora en la oficina de América del Norte. [ulrich.malessa@wwfus.org](mailto:ulrich.malessa@wwfus.org)

Walter Palacios es profesor de dendrología, ecología forestal, conservación y biodiversidad en la Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. [walterpalacios326@yahoo.com](mailto:walterpalacios326@yahoo.com); [wpalacios326@gmail.com](mailto:wpalacios326@gmail.com)

---

Fecha de recepción: 26 de abril de 2011

Fecha de aceptación: 15 de septiembre de 2011

#### Resumen

En el mercado ecuatoriano un alto porcentaje de la madera de las especies provenientes de los bosques tropicales es de origen ilegal. La ocurrencia de actos ilícitos a lo largo de la cadena de producción aumenta si se trata de especies valiosas, tales como la caoba (*Swietenia macrophylla* King) o el cedro (*Cedrela odorata* L.). Al respecto, uno de los datos falsificados más frecuentemente es el origen geográfico de la madera. Hasta hoy no se cuenta con un método forense científico para la determinación objetiva e independiente de la información documentaria que acompaña a la madera comercializada. El análisis de la composición de isótopos, conocido como huella isotópica, tiene un patrón geográfico definido y es factible para este propósito.

Desde el Ecuador se está contribuyendo con muestras de caoba y cedro geo-eferenciadas[1] para construir una base de datos y mejorar el método haciéndolo más funcional en programas de control y vigilancia del mercado de la madera. En este artículo se explica la problemática relacionada con el tema, el método y su uso potencial.

**Palabras clave:** isótopos, caoba, cedro, madera, control, swietenia, cedrela.

#### Summary

In the Ecuadorian market a high percentage of timber from tropical forests is of illegal origin. Illegal acts and infringements along the production chain are more frequent if the concern species is valuable such as mahogany (*Swietenia macrophylla*) and cedar (*Cedrela odorata*). In this regard, one of the most frequently falsified data is the geographical origin of wood. At date there is no forensic scientific method for determining objectively and independently the geographic source stated in the documentation of traded timber. The analysis of the isotope composition, known as a isotope fingerprint, has a clear spacial pattern and is feasible for this purpose.

From Ecuador samples of mahogany and cedar were contributed to build a geo-referenced database and improve the method to make it more operational to serve in control and surveillance programs. This article explains the problems related to the subject, the method and its potential use.

**Keywords:** isotops, mahogany, cedar, timber, control, swietenia, cedrela.



## Introducción

¿Por qué trabajar con métodos forenses para identificar el origen geográfico de la madera?  
¿Existe un método probado, seguro, eficaz y costo-efectivo?

El origen geográfico de los alimentos ha sido muy relevante por razones entendibles: tener alimentos seguros es uno de los intereses de los consumidores, de las agencias de monitoreo y seguridad de alimentos o de las cadenas de supermercados. En Europa se usa el análisis forense para certificar el origen de las papas. En el caso del vino, se puede precisar la región donde maduraron las uvas. Con este fin se ha desarrollado y refinado el análisis de la composición de isótopos[2].

Con respecto a la madera, la hipótesis es que la madera de cada sitio en el mundo tiene una composición característica de isótopos estables dependiendo de los dos factores citados. Más aún, se sospecha que tal composición es en principio independiente de la especie del árbol. Esto se explica porque los átomos livianos y pesados de un elemento se comportan químicamente igual. En la fotosíntesis, el árbol no puede distinguir entre protio ( $^1\text{H}$ ) o deuterio ( $^2\text{H}$  – ver Cuadro N.º 1). Indiscriminadamente, el árbol usa los elementos que le ofrece el suelo o el agua para formar compuestos orgánicos como celulosa o lignina, los dos componentes principales de la madera.

**Cuadro N.º 1**  
**Elementos usados para el análisis de isótopos en la biomasa**

Isótopo	liviano	pesado
Elemento		
Hidrógeno	$^1\text{H}$	$^2\text{H}$
Oxígeno	$^{16}\text{O}$	$^{18}\text{O}$



Nitrógeno	$^{14}\text{N}$	$^{15}\text{N}$
Azufre	$^{32}\text{S}$	$^{34}\text{S}$
Carbono	$^{12}\text{C}$	$^{13}\text{C}$

El número pequeño indica la cantidad de neutrones y protones en el núcleo de átomo.

**Fuente:** WWF & Agroisolab, 2009.

En el Ecuador, un consumidor final urbano o los compradores institucionales adquieren normalmente productos de madera de un negociante formal con Registro Único de Contribuyente (RUC) que otorga factura. Este negocio es un intercambio de dinero por un producto legítimo y legal; sin embargo, la mayoría de la madera de los bosques nativos proviene de fuentes ilegales (Seneca Creek, 2004; Romero et al, 2009; entre otros). La madera de origen ilegal se introduce al mercado legal (se *legaliza* o *blanquea*) en el tránsito desde el bosque hasta los depósitos de venta. Los controles incompletos y la documentación vulnerable a falsificaciones no permiten una adecuada trazabilidad de su origen. La huella de origen se pierde en los flujos complejos que sigue la madera desde el bosque hasta el consumidor final.

En Ecuador se consumen cinco millones de metro cúbicos de madera al año, incluyendo madera y leña (Añazco et al, 2010; Palacios, 2009). El volumen del aprovechamiento legal anual es aproximadamente tres millones de metros cúbicos, es decir, un 40% del abastecimiento sería de fuentes no registradas. En términos económicos, esto significa una pérdida anual por valores no cobrados por madera en pie (tasa por permiso de aprovechamiento) de seis millones de dólares, si se considera que la mayoría de madera que no se registra proviene de bosques naturales. El daño se multiplica considerando la evasión del pago de impuestos a la renta, al valor agregado y otros tributos (Romero et al, 2009). Este complejo de problemas se llama el problema de la madera ilegal y se encuentra en muchos países con niveles insuficientes de gobernanza (ver Cuadro N.º 2).

El Plan Nacional para el Buen Vivir (2009-2013) advierte que la tala ilegal y los conflictos socioeconómicos son problemas asociados. El plan prioriza la protección de los bosques y el desarrollo de una economía rural que considera también al sector forestal. La meta principal es la reducción en un 30% de la tasa de deforestación al 2013 (SENPLADES, 2009). Los dos planes reverencian frecuentemente el tema de la biodiversidad y su protección. La riqueza en especies y ecosistemas es visto como “una de las principales ventajas comparativas” del país.

## **Cuadro No. 2**

### **El problema de la madera ilegal**

El World Bank (2004) estima que la tala ilegal en el patrimonio forestal público causa mundialmente pérdidas en los activos e ingresos de más de USD 10 mil millones anuales, lo cual es más de seis veces el total de la asistencia oficial para el desarrollo de la gestión sostenible de los bosques. Otros USD 5 mil millones se pierden al año –se calcula– debido a los impuestos no recaudados y las regalías porque este tipo de producción no es sancionado legalmente. Además de las pérdidas financieras directas, la tala ilegal y otros delitos forestales se asocian con muchos impactos negativos económicos, sociales y ambientales. La degradación forestal vinculada a los delitos forestales y a la tala ilegal, amenaza a la biodiversidad y al mantenimiento del carbono forestal, además de que aumenta los costos asociados con el cambio climático global.

Otros impactos negativos asociados a la tala ilegal son:

- Amenaza a los medios de subsistencia (tanto económicos como sociales) y a la seguridad de las comunidades locales e indígenas.
- Distorsión de la competitividad en el mercado: los precios de la madera y las empresas forestales con operaciones legales enfrentan competencia injusta.
- Vinculación con conflictos violentos, amenaza para la integridad política y desestabilización de los sistemas administrativos.
- Contribución al mal gobierno

**Fuente:** WWF & Agroisolab, 2009.

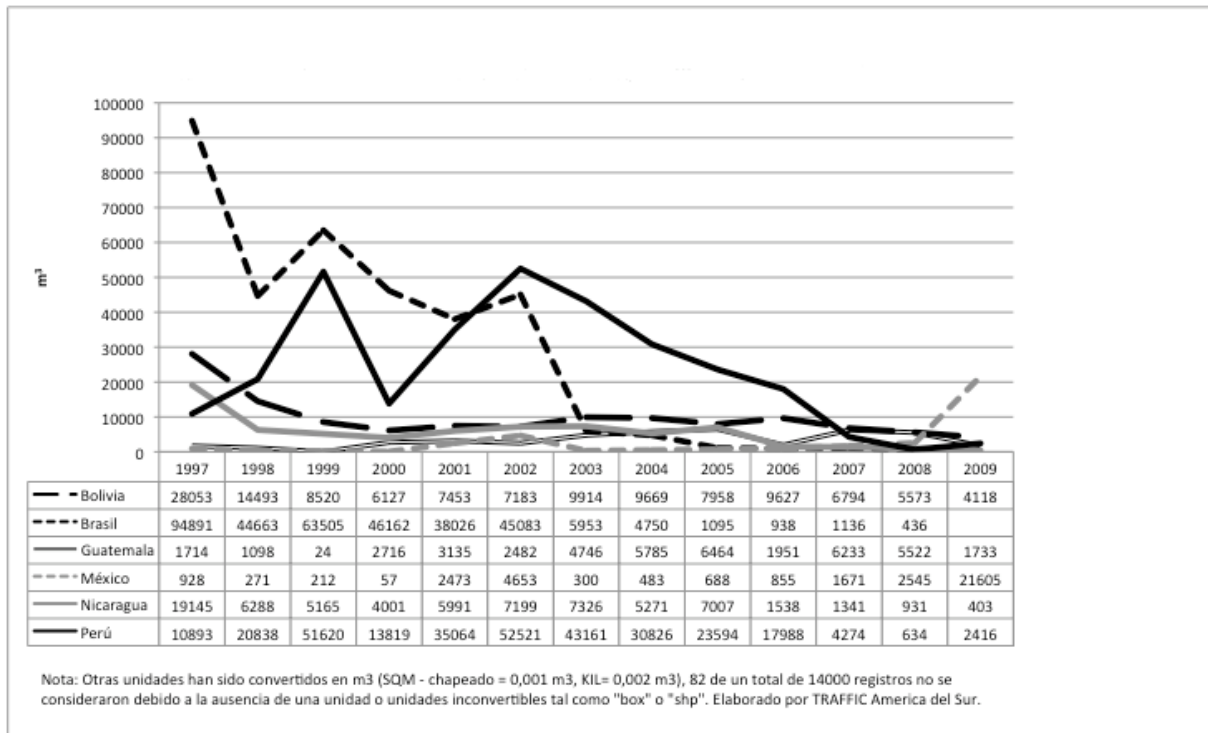
### **El caso del cedro y de la caoba**

Para algunas especies como la caoba y el cedro la explotación ha sido dramática y los niveles de exportación cayeron rápidamente (ver Gráfico N.º 1). Ecuador exportó oficialmente entre 1997 y 2007 unos 650 m<sup>3</sup> de madera aserrada de caoba; sin embargo hay un consumo interno no evidenciado adecuadamente. Por ejemplo en Huambaló, un pueblo de la provincia de Tungurahua, se fabrican muebles con “ahuano” sin reconocer que se trata de la verdadera caoba. Por otro lado, se conoce que la mayor población natural de la especie en el Ecuador se reduce a una franja estrecha en la provincia de Pastaza (Palacios, 2007, 2011a, 2011b).

Durante la primera mitad del año 2011 la organización TRAFFIC encargó a un dendrólogo la búsqueda de muestras geo-referenciadas de las especies citadas. Aparte de las bajas cifras de la exportación histórica de madera de esta especie, el informe narra el poco éxito para encontrar ejemplares adultos de caoba y concluye que el volumen comercialmente aprovechable está casi agotado (Palacios, 2011a). Esto no quiere decir que no se encuentran

árboles grandes, pero son tan escasos y están tan dispersos que se los puede calificar como relictos. Ello evidencia la necesidad de una investigación sistemática, confiable y detallada sobre la ocurrencia de la especie.

### Gráfico N.º 1 Comercio de caoba (*Swietenia macrophylla*) en algunos países de América Latina

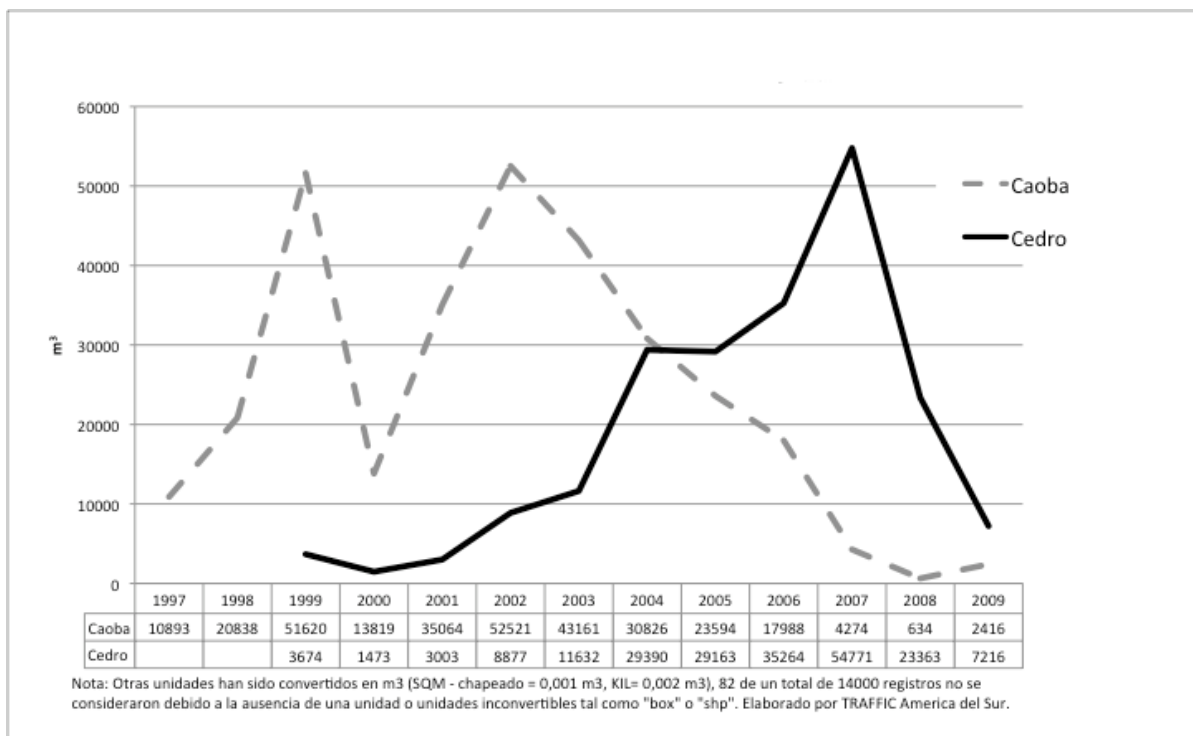


Fuente: CITES de UNEP-WCMC. Visita marzo de 2010 [www.unep-wcmc.org](http://www.unep-wcmc.org)

En cuanto al cedro, entre los años 2002 y 2009, Ecuador exportó solamente 342 m<sup>3</sup> según la base de datos de CITES. Pero en el mercado internacional, como lo muestra el caso de Perú, la madera de cedro reemplazó las ventas derrumbadas de caoba. Tal negocio alternativo duró un par de años, pero luego, las exportaciones colapsaron (Gráfico N.º 2).

La caoba y el cedro son las especies más valiosas de la selva tropical en América Latina. Sus altos precios propician que se busque a estas especies en lugares remotos y poco accesibles. A TRAFFIC han llegado noticias de grupos madereros detenidos buscando esta valiosa madera en áreas protegidas, en zonas fronterizas y en territorios de pueblos ancestrales (Aguirre 2009). Se observa, además, un comercio indiscriminado en las fronteras no controladas entre los países amazónicos (El comercio 2006).

**Gráfico N.º 2**  
**Comercio de caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*) de Perú**



**Fuente:** CITES de UNEP-WCMC. Visita marzo de 2010 [www.unep-wcmc.org](http://www.unep-wcmc.org)

El método que se presenta en los acápites siguientes podría responder la pregunta acerca del origen de la madera detenida sin documentación o con documentos falsos, en numerosos casos. El método, de lograrse su aplicación, será sencillo y bajo costo-efectivo, y se podría usar para verificar el comercio de estas especies (ver Cuadro N.º 3).

Como medida cautelar para proteger la diversidad genética y sus poblaciones naturales, desde comienzos del 2007 la tala de caoba y de cedro está vedada en Ecuador (Ministerio del Ambiente, 2007). Sin embargo, la veda no necesariamente ha tenido los efectos deseados: las actividades se vuelven informales y evaden los controles. Mientras tanto, quienes han operado en la legalidad o los dueños de los bosques que protegieron estas especies son perjudicados económicamente.

La veda terminó a inicios del 2011 y el Ministerio de Ambiente está estudiando la situación antes de autorizar la tala. La pregunta es: ¿hay alternativas a la prohibición de corta y comercialización? El control a través del método de isótopos tiene el potencial de convertirse en una herramienta que asegure el comercio legal y el origen de la madera.

### Cuadro N.º 3 ¿Por qué desarrollar este método científico?

Las motivaciones para desarrollar un método confiable se nutren, entre otros, de los siguientes aspectos:

- En general, el comercio de madera es poco transparente.
- La oferta de madera ilegal en el mercado es substancial.
- La cadena de abastecimiento de la madera es compleja y brinda muchas oportunidades para esconder su origen.
- Muchos compradores no saben de dónde viene la madera que adquieren y no hay un método forense para verificar la información de los proveedores.

Fuente: WWF & Agroisolab, 2009.

#### Descripción del método y su aplicabilidad

Desde hace algunos años, el consorcio formado por WWF Alemania, Von-Thünen-Institut y la compañía Agroisolab[3] trabaja en adaptar el método de análisis de la composición de isótopos, probado con productos agrícolas. La biomasa de la flora de ecosistemas naturales se compone de sustancias químicas que están al alcance de las plantas. Estas absorben nutrientes, minerales y agua a través de su sistema radicular, de sus hojas y de otros órganos epigeos. Los elementos químicos están compuestos principalmente por átomos de oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y carbono. De estos elementos se conocen átomos pesados y livianos: los isótopos (Cuadro N.º 1). Los isótopos se comportan químicamente igual, lo cual significa que una planta no discrimina átomos pesados o livianos. La relación cuantitativa de los dos estados del elemento varía geográficamente en el suelo y en el agua, y por lo tanto, en la biomasa.

#### La tecnología

La cuantificación de isótopos se hace con espectrómetros de masa. En el proceso de pirólisis se quema la madera a temperaturas definidas y la mezcla de gases generado por este proceso se canaliza, pasando por las cabezas de medición de los dispositivos.

En el caso del oxígeno y el hidrógeno, las relaciones isotópicas sólo pueden ser medidas en dos procesos independientes. Esto se logra mediante el acoplamiento de dos espectrómetros de masa a través de un conmutador intermedio para la detección sucesiva. Por lo tanto, no sólo se ahorra tiempo en el uso de los equipos y en la medición, sino que se preparan y se pesan las muestras una sola vez.

La medición de los isótopos de carbono y nitrógeno es particularmente difícil. En el proceso de la pirólisis se modifica el proceso y se trabaja con varias fases, con temperaturas e instalaciones diferentes.



## Conclusiones probables

Si se conoce el patrón geográfico de la composición de isótopos en la biomasa, se pueden derivar conclusiones sobre el origen geográfico de muestras de madera. Estas conclusiones pueden tener dos formas, una positiva y una negativa:

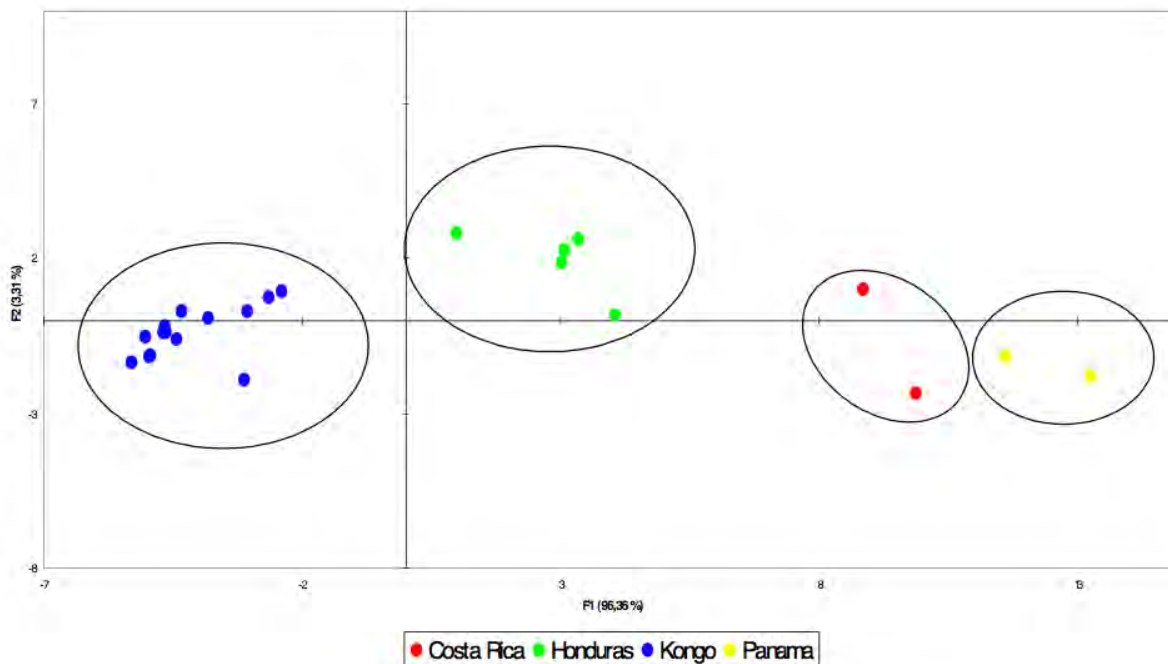
A: La muestra no procede del lugar declarado: en este caso la composición de isótopos de la muestra no concuerda con el patrón geográfico conocido.

B: Se confirma el origen declarado de la muestra porque su composición de isótopos es similar al patrón geográfico conocido.

La construcción de la base de datos para establecer patrones geográficos está comenzando, por lo cual la cobertura de registros todavía muestra muchos vacíos geográficos. En ubicaciones geográficas sin información, obviamente la conclusión B no es factible. Pero en caso de que la composición de isótopos coincide con otro registro, se concluye que la muestra proviene de este sitio.

En el Gráfico N.º 3 se ilustra la diferenciación de patrones geográficos en la composición de isótopos. Claramente se puede ver la agrupación de los resultados de madera de diferentes países.

**Gráfico N.º 3**  
**Identificación del país de origen de caoba a través del análisis de isótopos**



**Fuente:** Agroisolab (s/f).

## **La precisión y especificidad para la especie**

En una primera fase se estima que la precisión del método tiene una resolución geográfica equivalente a 50 kilómetros. Con esfuerzos futuros se espera mejorar el método paso por paso.

Los científicos manejan la hipótesis de que la composición de isótopos está definida por dos factores principales: suelo y agua. Por lo tanto, el patrón geográfico de la composición de isótopos se plasma en toda la biomasa vegetal, independientemente de la especie, siempre que se trate de especies de crecimiento y clase de tamaño similares. Para confirmar esta hipótesis se necesitan muestras de diferentes especies del mismo lugar. Pero los primeros datos de la familia de Dipterocarpacea de Asia muestran que el método es independiente de la especie de árboles (Förstel et al, 2008).

## **La contribución desde el Ecuador**

En la introducción se argumentó que el método puede ser relevante especialmente para el control de origen de madera de especies valiosas. El Ecuador es uno de los países ubicados dentro del rango de distribución de dos de las especies más valiosas del mundo, las cuales se comercializan en la Amazonía y en otras partes del país; sin embargo, árboles viejos de caoba plantados en la Costa a partir de semillas centroamericanas han sido cosechados y mezclados con madera amazónica. Por esta razón, es importante construir una base de datos con muestras de madera de la Amazonía ecuatoriana.

Se requiere asegurar una representación de registros ecuatorianos en una base de datos internacional en el futuro. También se sugiere considerar el método en futuras mejoras del control forestal y para resolver la veda de caoba y cedro.

## **La huella isotópica: ¿una ayuda para conservar la biodiversidad?**

En varias ocasiones, la información que proveen los vendedores de la madera con respecto al origen de sus productos no es creíble. Esta es una realidad para madera proveniente de bosques nativos en los trópicos. La información no es confiable o es errónea –con o sin intención – porque los flujos de la madera desde los bosques a los mercados y consumidores son complejos.

Asimismo, los compradores y consumidores de la madera y los inspectores públicos vinculados al control forestal, a la recaudación de impuestos o al control de comercio de biodiversidad, están preocupados por la información insuficiente y poco confiable.

Por otro lado, no existe un método forense aplicable para comprobar si información sobre el origen de la madera es correcta. El análisis de la composición de isótopos en la madera y su comparación con un patrón geográfico de isótopos tiene el potencial para brindar evidencia científica, por las razones siguientes:

- El método está probado para productos agrícolas.

- Existe la probabilidad prometedora para mejorar la precisión del método.
- Existe la perspectiva para reducir los costos por muestra para el análisis de isótopos.
- Existe la disponibilidad de donantes para financiar proyectos con el fin de mejorar el método y promover su uso incluyendo el transfer de tecnología.
- El análisis de isótopos es menos conflictivo que el análisis de la información genética al no existir vínculo ni riesgo de biopiratería.

El uso de un método científico forense se justifica especialmente en casos de mayor interés. Ejemplos podrían ser especies en peligro de extinción y bajo protección internacional o nacional (principalmente la caoba y el cedro), especies de alto valor comercial (por ejemplo *Cedrelinga cateniformis*) que podrían tener restricciones de aprovechamiento en el futuro, madera proveniente de áreas protegidas o contrabando por las fronteras, eventualmente vinculado con otro comercio ilícito y redes criminales.

En un encuentro realizado en Alemania a inicios de marzo del 2011[4], se diseñaron los próximos pasos para avanzar en la aplicabilidad del método y la construcción de una base de datos internacional para acopiar los registros de composición de isótopos de madera. Un vínculo interesante podría establecerse con la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA, por sus siglas en inglés) para estandarizar el método y buscar apoyo para instalar nuevas capacidades de análisis de isótopos en países del sur, incluyendo Ecuador.

---

## Notas

[1] Proyecto de investigación de TRAFFIC América del Sur (UICN Sur), auspiciado por ECOCIENCIA, con autorización para la investigación científica en flora N° 001-11-IC-FLO-DNB/MA de la Dirección Nacional de Biodiversidad del Ministerio de Ambiente.

[2] Se denominan isótopos a los átomos de un mismo elemento, cuyos núcleos tienen una cantidad diferente de neutrones, y por tanto, difieren en la masa total de sus núcleos.

[3] WWF Alemania: Sucursal alemana del Fondo para la Naturaleza; Von-Thünen-Institut: Instituto Federal de Alemania para Investigación en zonas rurales, bosque y pesca; Agroisolab GmbH: empresa para análisis de laboratorio, cofundada por el TÜV Rheinland, compañía para control de calidad; el proyecto del consorcio se financia con fondos del Ministerio de Ambiente de Alemania (BMU).

[4] ITTO Pre-project TFL-PPD 023/10, "Development and implementation of a species identification and timber tracking system with DNA fingerprints and stable isotopes in Africa", Marzo 1-3, 2011; vTI, Hamburg-Bergedorf, Alemania

---

## Referencias citadas

Agroisolab (s/f). "Tracing the origin of food – Safe food products due to isotope analysis". Folleto promocional. Compañía Agroisolab GmbH, Alemania.

WWF & Agroisolab (2009). "Stable Isotope Method - a new possibility to control the declared origin of timber / fight illegal logging". Presentación Power Point, mayo 2009, WWF Alemania, DBU y Agroisolab.

Añazco, Mario; Manuel Morales, Walter Palacios, Esteban Vega y Ana Lucía Cuesta (2010). *Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión sostenible*, Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. Quito.

Aguirre, Milagros (2007). *¡A quien importan estas vidas!: un reportaje sobre la tala ilegal en el Parque Yasuní*. Cicame. Quito

El Comercio (2006). “Destruyen campamento maderero peruano en zona intangible de Ecuador”. *El Comercio*, Quito, julio 16 de 2009.

Förstel, Hilmar; Markus Boner y Johannes Zahnen (2008). "Entwicklung der Isotopenmethode zur praxistauglichen Anwendbarkeit für Holz Überprüfung der Herkunftsdeklaration von Holz mittels Isotopenverteilung", Informe final de proyecto, Technologiezentrum Jülich, Agroisolab GmbH y WWF Deutschland. Frankfurt am Main, Alemania.

Ministerio del Ambiente de Ecuador (2007). “Acuerdo Ministerial No. 167”, publicado en el Registro Oficial No. 18 del 8 de febrero de 2007, renovado por el Acuerdo Ministerial No. 002, del 15 de enero del 2009.

Palacios, Walter (2007). "Meliaceae" en *Flora of Ecuador*. Botanical Institute, University of Goteborg, Sweden

Palacios, Walter (2009). “Lineamientos para el manejo de los bosques nativos del Ecuador”. Quito: Grupo de Bosques-CEDENMA..

Palacios, Walter (2011a). “Informe de colección de muestras de madera” (inédito), Proyecto *Identificación de isótopos en muestras de madera de Cedrela odorata L. y Swietenia macrophylla King en el Ecuador*. Quito: TRAFFIC-UICN.

Palacios, Walter (2011b). “Situación de *Swietenia macrophylla* King y *Cedrela odorata* L. en el Ecuador” (inédito). Quito: TRAFFIC-UICN.

Romero, Marco; Jorge León, Ulrich Malessa, Bernardo Ortiz, Aana Puyol y Felipe Del Gatto (2009). “Construcción de un sistema viable y gobernable para el buen manejo del bosque y de vigilancia en la extracción, transporte y destinos de la Madera”, Informe para TRAFFIC-América del Sur, Quito.

Seneca Creek (2004). “Illegal”, *Logging and Global World Markets: the Competitive Impacts on the US Wood Products Industry* Maryland, EEUU. Informe comisionado por American Forest & Paper Association

SENPLADES (2009). Plan Nacional de Desarrollo 2009-2013. Quito.

Von Scheliha, Stefanie y Johannes Zahnen (2011). “Genetic and isotopic fingerprinting methods – practical tools to verify the declared origin of wood” Conferencia Internacional GIZ, 3-4 de noviembre de 2010, Eschborn.

World Bank (2006). Strengthening forest law enforcement and governance. Addressing a systemic constraint to sustainable development. Washington, EEUU. Report No. 36638 - GLB



## La herramienta: entre el uso Eco-lógico y el Eco-ilógico[\*]

### The Tool: between its Eco-logical and Eco-illogical usage

Otto Lührs Middleton

---

Otto Lührs Middleton es candidato a Doctor en Nuevas Perspectivas de la Investigación en Ciencias de la Actividad Física, Profesor de Educación Física en la Universidad Austral de Chile. [ottoluhrs@uach.cl](mailto:ottoluhrs@uach.cl)

---

Fecha de recepción: 1 de julio de 2011

Fecha de aceptación: 22 de septiembre de 2011

#### Resumen

Cada uno es víctima y victimario, causa y efecto, de las relaciones que hemos construido con nuestras herramientas. Este artículo revisa el proceso de sometimiento del ser humano ante la herramienta e intenta algunas directrices para revertir el proceso.

La primera parte, principalmente descriptiva, trata de la inversión de la relación entre ser humano y herramienta, por la cual ahora somos más servidores que amos.

La segunda parte, de intención explicativa, aborda desde la *globalización del sistema socioeconómico imperante* el significado y trascendencia de la intervención de la herramienta en nuestra percepción del entorno y por tanto de su comprensión.

La tercera parte, de ambición propositiva, es un esbozo de alternativa liberadora, presentada desde la *acción bella* kantiana y complementada con dos *recetarios libertarios*.

**Palabras clave:** herramienta convivencial e industrial, autorrealización, despertador de conciencia.

#### Summary

Each one is a victim and victimizer, cause and effect of the relationship we have created between humans and our tools. This article reviews the process of human submission to the tool, and tries some guides to reverse this process.

The first part, which is mainly descriptive, deals with the inversion of the relationship between human and tool, by the one now, we are more servers than masters.

The second part, intended to be explanatory, tackle from the factor *globalization of the prevailing socio-economical system*; the meaning and impicance of the intervention of the tool in our environmental perception and thus, its understanding.

The third part, of an ambitious proposal, is an outline of a liberating alternative, presented from the Kantiana *beautiful action*, and joined with two liberating recipes.

**Keywords:** convivial and industrial tool, self-realization, awareness alarm.

---

[\*] Este juego de palabras se inspira en la obra de Joaquín Araujo *Ecos...lógicos* (2000: 8), donde señala que “*si algo nos pasa, es que hemos interrumpido las conexiones entre lo eco y lo lógico. Entre derredor y mente. Hasta no ser ni naturales ni sociales*”

---

### **El fenómeno: la herramienta se convierte de servidor en déspota**

*Máquinas para la Convivencia* (Illich, 1975) es el título de un libro que en sí mismo contiene todo lo que el libro pretende expresar. Puede parecer aburrido, pues hace al libro predecible. Pero cuando esto sucede en una obra que remece estructuras culturales urgentes de ser revisadas, un título iluminador y seductor, se agradece; el título se hace eslabón pequeño pero fuerte entre autor y lector. Solo tres palabras, en el original *Tools for Conviviality*, y el mundo comienza a explicarse. En consideración a este mérito, he permitido que sea el autor referido quien titule este apartado al decir que “la esclavitud humana no la abolió la máquina, sino que solamente obtuvo un rostro nuevo, pues al trasponer un umbral, la herramienta se convierte de servidor en déspota” (Illich, 2006: 373). Según esto, la relación del ser humano con las herramientas que crea está instalada en un dilema entre el servirse de ellas o servirle a ellas.

Solo dos preguntas bastan para resolver en qué situación se encuentra cada uno en relación con una herramienta, considerando como tal, tanto los inventos materiales como los de prestación de servicios (agua potable, sistemas de previsión de la salud, bancarios, etc.): 1) ¿Mi vida es independiente de la herramienta?; 2) ¿Tengo el control para poder disponer de ella?

Quien responda afirmativamente al menos a una de estas dos interrogantes, puede estar tranquilo. Por el contrario, quien reconozca en su vida herramientas para las cuales ambas preguntas arrojan respuesta negativa, está en una condición precaria, pues su vida depende de que el sistema le provea dicha herramienta. Una crisis del petróleo, un corte en el suministro de energía eléctrica o el extravío del teléfono móvil, y la vida parece tambalear.

Para ejemplificar este análisis presento en la Cuadro N.º 1 respuestas a estas preguntas referidas a dos herramientas, el juego de paletas y los videojuegos en red, cuya función es equivalente: la de recrearse.

**Cuadro N.º 1**  
**Juego de paletas v/s videojuegos en red**

	<b>Un juego de paletas</b>	<b>Un videojuego en red</b>
<b>¿Es mi vida independiente de la herramienta?</b>	No hay registro de adicción a jugar paletas.	Existe registro de adicción a videojuegos en red.
<b>¿Tengo control para poder disponer de ella?</b>	Los jugadores son autosuficientes, cuando sienten deseos de jugar, lo hacen; si se les deteriora una paleta, la reparan o se fabrican una nueva, lo mismo con la pelota.	Los jugadores deben contar con proveedores de energía eléctrica e internet; la fabricación y mantención de los equipos no está a su alcance y contantemente deben acceder a nuevas versiones.

**Fuente:** elaboración propia.

A partir de los planteamientos de Illich (2006: 396), la Cuadro N.º 2 tiene consignados conceptos claves sobre la relación *ser humano-herramienta*:

**Cuadro N.º 2**  
**Herramienta manejable-convivencial v/s manipulable-industrial**

	<b>Herramienta al servicio</b>	<b>Ser humano al servicio</b>
<b>Según la fuente energética</b>	La herramienta <i>manejable</i> adapta la energía metabólica a una tarea específica (...) la mano, el pie, la dominan; la energía que ella pide puede producirla cualquiera que coma y respire.	La herramienta <i>manipulable</i> es movida, por lo menos en parte, energía exterior (...) puede exceder la escala humana.
<b>Según el uso y sus consecuencias</b>	El uso de la herramienta es <i>convivencial</i> , cuando lo que cada quien haga con ella no invade la libertad del otro. (...) Entre el hombre y el mundo ella es conductora de sentido, traductora de intencionalidad.	El uso de la herramienta es <i>industrial</i> , cuando por su medio es otro quien determina mi demanda, reduce mi margen de control y rige mi propio sentido.
<b>Conclusión</b>	La herramienta <i>manejable</i> llama al uso <i>convivencial</i> .	La herramienta <i>manipulable</i> llama al uso <i>industrial</i> .

**Fuente:** Illich (2006: 396). Elaboración propia.

Siguiendo el caso presentado en la Cuadro N.º 1, podemos imaginar lo que hubiera dicho Illich sobre el juego de paletas y los videojuegos en red:

**Cuadro No. 3**  
**Juego convivencial v/s juego industrial**

	<b>Un juego de paletas</b>	<b>Un video juego en red</b>
<b>Según la fuente energética</b>	Se nutre de la energía metabólica; la disponibilidad depende de que los jugadores coman y respiren.	Se sostiene en la energía eléctrica, sujeta a la matriz energética de cada país y afectada por crisis globales.
<b>Según el uso y sus consecuencias</b>	Si todos los niños del mundo jugaran paletas habría problemas menores, vidrios rotos de los vecinos, la pelota de unos golpearía a otros. Entre los jugadores y su entorno hay una relación perceptiva tangible, real, llena de sentido.	Si todos los niños del mundo jugaran video juego en red podría colapsar el sistema energético y la red informática global. Entre los jugadores y su entorno hay un aislamiento, la percepción está modelada por colores, formas, sonidos e historias ficticias, carentes de sentido.
<b>Resultado</b>	El juego de paletas es <i>convivencial</i>	El videojuego es <i>industrial</i>

**Fuente:** elaboración propia.

Por lo tanto, podría afirmarse que jugar paletas es contar con herramientas para servirse y jugar videojuegos en red es servir a la herramienta. Una aproximación equivalente es la que hace Forester (1993: 24) en relación con otra necesidad, el trasladarse, cuando señala que el andar en bicicleta “es la capacidad de ir donde quieras, sintiendo el placer corporal y mental que proporciona el saber que tú mismo te has propulsado hasta tu destino”.

Pareciera que Forester hubiera escrito conociendo a Illich, ya que el placer expresado radica justamente en saber que se ha propulsado por sus propios medios –la bicicleta es *manejable*–, al tiempo que el ciclismo no invade la libertad de los demás y entre el ciclista y el mundo, la bicicleta se hace conductora de sentido y una traductora de intencionalidad –el ciclismo es *convivencial*.

Estos conceptos instalan una polaridad que, en cualquiera de sus extremos, es ficticia; la pretensión es solo proponer una estructura conceptual para un análisis que reconoce que toda situación está cargada de matices de una y otra condición.

Ahora bien, si se reduce el análisis a los ejemplos propuestos, no resulta de mayor trascendencia o gravedad. Pero si expandimos este análisis a la matriz completa de herramientas presentes en nuestras vidas, a nivel personal y comunitario, en contexto con el empoderamiento paulatino de las corporaciones transnacionales que sustentan su lucro y crecimiento en la tecnocratización y manejo del consumo de masas, el panorama se oscurece. Entonces, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y dichas corporaciones rigen nuestro destino en mayor medida conforme más herramientas en nuestras vidas obtengan respuesta negativa en la Cuadro N.º 1.

Entonces ya no es solo Illich quien quiere decirnos algo. Surge Galeano (2006:159) quien en un lenguaje simple y poderoso, sintetizó este fenómeno cuando dijo que existe un “secuestro de los medios, pues ahora el supermercado nos compra, el televisor nos ve, el automóvil nos maneja”.

También aparece Naess, quien según Speranza (2006: 98) “se opone no a la tecnología y la ciencia en cuanto tales, sino al desmesurado optimismo actual por la denominada tecnología ‘de punta’”. En su ecosofía[1] no subestima los méritos de la tecnología, simplemente cuestiona la centralidad asumida en la sociedad contemporánea y la supuesta neutralidad subyacente en su discurso (Speranza, 2006: 98).

De lo mismo y en otros términos, nos habla Pirsig, quien instala el problema en la desvinculación del ser humano con la naturaleza, y desde ahí, sugiere una vía de solución:

La manera es romper las barreras del pensamiento dualista que impiden la comprensión real de lo que es la tecnología, no una explotación de la naturaleza sino la fusión de la naturaleza y del espíritu humano en un tipo de creación nuevo que trascienda a ambos (en Gray y Watson, 1980:106).

En este mismo sentido, expongo una analogía comparativa entre lo que considero, por un lado, dos íconos de herramientas convivenciales y, por el otro, dos de herramientas industriales:

**Es el auto a la bicicleta, lo que la televisión al libro**

La bicicleta y el libro son más antiguos que el auto y la televisión y han visto devorados sus espacios culturales por el de ellos.

La bicicleta y el libro transportan, entretienen o educan demandando algo de esfuerzo, lo cual estimula los sentidos y enriquece cuerpo, mente y espíritu.

El auto y la televisión transportan, entretienen o educan fácilmente, sin esfuerzo, lo cual atrofia los sentidos y empobrece cuerpo, mente y espíritu.

La bicicleta y el libro son símbolos de estilos de vida sana y culturalmente superior.

El ser humano se mueve menos, engorda más, desde que se masifica el auto.

El ser humano piensa menos, se aletarga más, desde que se populariza la televisión.

En resumen, mientras el auto y la televisión esclavizan por generar una dependencia/adicción en el usuario, la bicicleta y el libro reequilibran la relación persona – tecnología, devolviendo el rol de amo a la persona y el de recurso al servicio nuestro a los inventos (Lührs, 2007).

Otra manifestación del proceso de esclavización del ser humano por la herramienta lo encontramos en el caso de la infraestructura urbana. Pareciera ser que son las obras civiles, las más grandes, onerosas y transformadoras del entorno, las que han asumido el control



*Conducir para trabajar / trabajar para conducir: Odio conducir... pero necesito un auto para ir a trabajar*

*Odio mi trabajo, pero lo necesito para pagar las cuotas del auto*

(Andy Singer)



por sobre las ideas o visiones de quienes las diseñan, deciden y usan, según se explica en el siguiente texto:

### **La alquimia maligna**

Ha ocurrido una metamorfosis paradigmática, invasiva y aún así, invisible. Las estructuras blandas están endurecidas y las duras se han ablandado. El tejido cerebral, cortical o profundo, despensa simbólica de ideas y convicciones, es extremadamente blando, aparentemente vulnerable. Y la infraestructura urbana, formada principalmente por cemento, fierro, algo de madera o algún sintético, es sólida, son estructuras indeformables.

Y sin embargo, la búsqueda de relación lógica entre la despensa simbólica de las ideas y la infraestructura urbana, me lleva a concluir que ha ocurrido una extraña inversión de rasgos de blandura y dureza, pues las estructuras en apariencia sólidas, se diseñan, demuelen y reconstruyen con una facilidad y simpleza que supera largamente la modificación de ideas y convicciones.

Ejemplo de esto es lo que sucede cuando las calles se perciben estrechas para el transporte motorizado. Más superficie para que los vehículos circulen sigue siendo la opción prioritaria; mientras, buscar que cada habitante consuma menos espacio público en sus traslados, aún es una línea de acción marginal, distante de las oficinas de políticos y unidades técnicas, públicas o privadas.

La influencia del mercado automotriz y el de los combustible fósiles, el estatus social asociado a un medio de transporte determinado, el sesgo de las esferas de poder que proyectan ciudades según su perspectiva y el juego político de asegurar la popularidad de las autoridades de turno en base a medidas cortoplacistas, configuran esta situación que he denominado la alquimia maligna (Lührs, 2010).

Al cierre de esta primera parte, vuelvo a Illich. Primero, para ofrecer una señal que permita reconocer cuando se ha traspasado el umbral:

El predominio del transporte por sobre la circulación de la gente, puede servir para ilustrar la diferencia entre lo que es la frontera del equilibrio y lo que es un límite elegido para hacer florecer la igualdad en el goce de la libertad (2006:451).

Segundo, para relacionar crisis, mutilación de la libertad, nuevo estado de conciencia y herramienta:

Se debe saludar a la crisis declarada de las instituciones dominantes como el amanecer de una liberación revolucionaria que nos emancipará de aquellas instancias que mutilan la libertad elemental del ser humano, con el sólo fin de atosigar cada vez a más usuarios. Esta crisis planetaria de las instituciones nos puede hacer llegar a un nuevo estado de conciencia, que afecte a la naturaleza de la herramienta y a la acción a seguir (Illich, 2006: 385).

Finalmente, para elevar la mirada desde una herramienta o producto a la sociedad:

Llamo sociedad convivencial a aquella en que la herramienta moderna está al servicio de la persona integrada a la colectividad y no al servicio de un cuerpo de especialistas. Convivencial es la sociedad en la que el hombre controla la herramienta. Al hombre que encuentra su alegría y su equilibrio en el empleo de la herramienta convivencial, le llamo austero (Illich, 2006: 374).

En la siguiente parte, intentaré indagar en el cómo nos hemos alejado del *ser austero*.

## Revisión causal, ¿cómo la herramienta se hizo soberana?

La globalización del modelo socioeconómico capitalista es un fenómeno ampliamente analizado y problematizado; a pesar de ello y a la luz de los hechos, sigue siendo incomprendido. Aunque obviamente no pretendo resolver aquí todos los problemas que plantea, quisiera ahora abordarlo desde las distinciones ofrecidas en la primera parte.

### *El modelo socioeconómico como herramienta soberana*

Propongo concebir al modelo socioeconómico como una herramienta que se ha convertido en soberana y que, a su vez, se alimenta de las consecuencias que el fenómeno de la dominancia de la herramienta por sobre la persona genera; se nutre de la noción de carencia, lo cual se traduce en inseguridad y en una cadena causa-efecto que al transferir poder de la persona al modelo, fortalece su soberanía.

Con el fin de profundizar este enunciado, propongo acudir a una consideración de lo que podríamos llamar las emociones originales. Se trata de un asunto ya abordado por distintos autores y disciplinas, desde la filosofía a la psicología o la neurociencia[2]. Para ello, sustituyendo la alegría y la tristeza -que según Espinoza (1980) eran los dos afectos fundamentales en torno a los que se organizaban los demás-, propongo servirme del amor y el miedo que, en realidad, guardan una estrecha relación con ambos[3]. En lo que sigue, Cuadro N.º 4, sugiero utilizar esas emociones para revisar la relación entre la globalización del modelo capitalista y la inversión de la relación ser humano y herramienta a la que me he referido en la primera parte del trabajo:

**Cuadro N.º 4**  
**Paralelo del ciclo desde las emociones originales al estado global**

Emoción original: Amor	Emoción original: Miedo
Estado fértil para la seguridad, recibir y expresar afecto y confianza.	Condición propicia para la inseguridad, recibir y expresar rabia, odio, desconfianza.
Mueve al perdón	Demanda venganza.
Forma autoestima equilibrada, valentía.	Se traduce en autoestima disminuida o desmesurada, cobardía, prepotencia.
Aflora la verdad.	Germinala falsedad.
Favorece la solidaridad, respeto, cercanía, sociabilización, disposición a la autorrealización comunitaria.	Favorece la envidia, egoísmo, distancia, aislamiento, exacerbación del instinto de conservación.
La convivencia o el encuentro se desnormativiza, las pautas éticas de comportamiento se liberan pues fluyen a través de acciones bellas. Lo legal, lo bueno y lo deseado tiende a la convergencia.	La convivencia está en función del diseño, fiscalización o violación de normas; el marco legal como concepto y realidad, se hace otro ejemplo de inversión de la relación herramienta-persona. Las pautas éticas se relativizan o acomodan en función de la existencia personal. Lo legal, lo bueno y lo deseado tiende a la divergencia.
Ocurre la heterogeneización de personalidades, afloramiento de las potencialidades individuales,	Tendencia al ser normótico*, a la homologación de personalidades, achatamiento de

aceptación e incluso valoración de la diferencia, pues se diluye el igualar “normal” a “correcto/bueno”.	individualidades, intolerancia a la diferencia, dado que se iguala lo “anormal” a lo “incorrecto/malo”;
Propicia la integración / inclusión.	Tiende a la segregación / exclusión.
Se enriquecen los grupos humanos en armonía con Gaia**.	Se empobrecen los grupos humanos en desarmonía con Gaia que, en su lógica, es diversa.
Incremento del poder de autosoberanía con liderazgos trocados en roles de coordinadores o iluminadores.	Incremento del poder de control de masas desorientadas o disgregadas, de los liderazgos políticos, comerciales y religiosos.
Potencia la autorrealización.	Potencia la autodestrucción.
Se configura un escenario fértil para el amor, el círculo virtuoso se completa.	Se configura un escenario que llama al miedo, el círculo del miedo se cierra.

\* El psicoanalista Christopher Bollas, en Wikström (2005: 71), ha acuñado el término “persona normótica” para referirse a aquéllos que siempre, y de manera obligada, se esfuerzan por ser lo más normales posible. Probablemente, estamos viviendo en una sociedad terriblemente normótica.

\*\* La Teoría de Gaia, que salió a la luz pública en la publicación de Lovelock *Gaia vista desde la atmósfera* (1972) considera al planeta Tierra como un gran organismo vivo.

**Fuente:** elaboración propia.

El paralelo propuesto entre Amor, Miedo y sus derivaciones, contiene cierta lógica que se complementa y alimenta con base en el modelo de Sistematización lógica de la Ecosofía T de Naess. Este modelo ofrece una serie de normas (¡N!) e hipótesis (H), mediante las cuales se establece una relación entre la *autorrealización* (N1) y la *autodeterminación* (N13); entre ambas, emerge una aproximación política al ser ecológico en armonía con los recursos naturales para lo cual, los valores de diversidad, cooperación y autonomía resultan primordiales: N1: ¡Autorrealización!

H1: A mayor autorrealización alcanzada por alguien más amplia y profunda es la identificación con otros.

H2: Cuanto mayor es el nivel de autorrealización alcanzado por alguien, más depende su sucesivo incremento de la autorrealización de los otros.

H3: La autorrealización completa de alguien depende de la autorrealización de todos.

N2: ¡Autorrealización para todos los seres vivientes!

H4: La diversidad de vida incrementa las potencialidades de la autorrealización.

N3: ¡Diversidad de vida!

H5: La complejidad de la vida incrementa las potencialidades de autorrealización.

N4: ¡Complejidad!

H6: Los recursos de vida en la Tierra son limitados.

H7: La simbiosis maximiza la autorrealización de las potencialidades en condiciones de recursos limitados.

N5: ¡Simbiosis!

H8: La autosuficiencia local y la cooperación favorecen el incremento de la autorrealización.

H9: La autonomía local incrementa las posibilidades de mantener la autosuficiencia local.

H10: La centralización reduce la autosuficiencia y la autonomía.

N6: ¡Autosuficiencia local y cooperación!

N7: ¡Autonomía local!

N8: ¡Descentralización!

H11: La autorrealización requiere la realización de todas las potencialidades.

H12: La explotación reduce o elimina las potencialidades.

N9: ¡No a la explotación!

H13: La sujeción reduce las potencialidades.

N10: ¡No a la sujeción!

N11: ¡Todos tienen iguales derechos a la autorrealización!

H14: Las sociedades de clase niegan la igualdad de derechos para la autorrealización

N12: ¡No a las sociedades de clase!

H15: La autodeterminación favorece la autorrealización.

N13: ¡Autodeterminación! (en Speranza 2006: 88)

Esta sistematización de la Ecosofía T instala en el camino de una vida y sus cargas de amor y miedo la idea fundamental de que no se concibe un caminar en solitario. Dado que una persona, familia, ciudad, país o pueblo, no es una cápsula aislada, sino permeada por la interacción con su entorno, la autorrealización es un proceso que se consigue en colectivo, fuertemente ligado a valores de igualdad de derechos –en el caso de Naess, para todos los seres vivos-, como sostiene al decir que “la actitud cooperativa es fundamental ya que unívocamente cada singularidad puede avanzar en el proceso de autorrealización cuando los demás también lo hacen” (en Speranza, 2006: 99).

Ahora bien, para Speranza esa autorrealización está profundamente amenazada o al menos se encuentra en una situación complicada; señala que:

En el actual sistema socioeconómico, donde las potencialidades de millones de personas son anuladas por la extrema pobreza y selvas, bosques, ríos, etc. manipulados como si se tratara de un mero stock de materia prima, la autorrealización es algo difícil de imaginar (Speranza, 2006: 69).

Existiría en este sentido un afecto o comportamiento de respuesta a los estímulos en los que estamos inmersos que sería determinante de esa amenaza y de esa situación. Se le puede llamar ambición, egoísmo o preservación de uno mismo como ocurre en toda la tradición utilitarista. Esto tiene mucho que ver con el individualismo que domina por doquier en las ciencias sociales y, especialmente y no por casualidad, en la economía que lo disfraza bajo el nombre de individualismo metodológico. Pero lo determinante es que no se trata de un comportamiento que dependa del individuo exclusivamente, sino más bien de la relación de lo que él es con el contexto que lo envuelve. *La tragedia de los comunes* (Hardin, 2007), explica cómo las personas toman decisiones haciendo el balance costo-beneficio a nivel individual-próximo, con la siguiente analogía: unos ganaderos comparten una pradera pero no se regula en este sistema cuántas vacas coloca cada uno en la pradera. Cuando un ganadero coloca una vaca de más, el 100% del beneficio de la existencia de esa vaca es para él, pero asume sólo una fracción mínima del costo. Así, cada uno decide colocar más vacas hasta que la pradera colapsa. Hardin (2007: 57) señala al final que: “La libertad en los bienes comunes conlleva entonces la ruina para todos”.

Al hilo del texto citado se ve claramente la interdependencia entre la autorrealización, el modelo socioeconómico de supuesta libertad de los bienes comunes y la relación persona-herramienta que hemos propuesto como eje conductor de nuestro artículo. Y en la búsqueda del tránsito de la desorientación a la comprensión de estas relaciones, conviene aludir a Bateson y su hija, en el sabroso metálogo *¿Por qué se revuelven las cosas?* (1998). Ahí la hija le pregunta al padre:

Pero papá, ¿no es raro que todos quieran decir lo mismo cuando dicen ‘revuelto’ y cada uno quiere decir algo diferente cuando dice ‘arreglado’? Porque ‘arreglado’ es lo opuesto de ‘revuelto’, ¿no? (Bateson, 1998: 29).

Es fácil reconocer que, para identificar un problema, el consenso es mucho más alcanzable que para decidir la solución. O dicho de otra manera, la problemática genera convergencia y la solucionática divergencia. Pero ¿por qué?

Esta es la cuestión que quisiera responder ahora mediante la introducción de otra categoría clásica, la de las necesidades.

### **Entre la percepción y la comprensión, actúa la herramienta**

*Cada uno de nosotros se define por la relación con los otros y con el ambiente, así como por la sólida estructura de las herramientas que utiliza (Illich, 2006: 384).*

De lo dicho hasta aquí quisiera recordar que el concepto de herramienta no se refiere a una en particular si no que se han mencionado como ejemplos de una mirada que tiende a la ampliación y no a la reducción del análisis, de cómo satisfacemos nuestras necesidades y, según ello, cuál es el componente de autonomía o dependencia que existe entre nosotros y las herramientas. Si más arriba propuse hacer uso de la noción de emociones originales apoyándome en Espinoza, pretendo ahora completar mi propuesta a partir de otra noción clásica como lo es la de la *satisfacción de necesidades*. Maslow (en León 1992) desde la psicología, Max Neef (2006) desde el *Desarrollo a Escala Humana* o el mismo Naess (en Speranza 2006) desde la *Ecología Profunda*, se refieren a ellas.

Para ilustrar el uso de esa noción seleccionaré una necesidad en específico y la forma como se satisface: el trasladarse. Esta es una necesidad primaria de la que, en gran medida, depende la supervivencia. Sin ella, no sería posible la vida en comunidad, el acopio de alimentos, el intercambio, etc. El cómo y por dónde nos movemos determina lo que somos de maneras muy diversas. Partiendo desde la premisa de que los espacios en sí son un poderoso agente modelador de cultura urbana, revisemos cómo este proceso ocurre de forma distinta según el modo de transporte que utilizamos.

Para ello, tomaré desde la biología, el concepto de conectividad, entendida según “hasta qué punto el paisaje facilita o impide el desplazamiento entre parcelas con recursos” (Taylor et al, 1993; en Bennet, 2004: 9). Seguidamente, Bennet desarrolla algunos elementos que configuran la conectividad en un hábitat. He optado por desglosar la revisión de su aporte, en especial dado que lo estoy considerando lejos del contexto para el cual fue planteado, hábitats no urbanos, mientras acá se citará para revisar el hábitat *ciudad*:

Hay dos componentes principales que influyen en la conectividad para una especie, comunidad o proceso ecológico concreto: uno estructural y otro conductual. El componente estructural de la conectividad lo determina la distribución espacial de tipos diferentes de hábitats en el paisaje. El componente conductual de la conectividad se refiere a la respuesta de individuos y especies a la estructura física del paisaje (Taylor et al, 1993; en Bennet, 2004: 9).

Como bien se puede apreciar, Bennet se refiere al fenómeno del espacio como agente modelador de conducta; sin embargo, en el caso de la ciudad y de los seres humanos, este agente actúa de manera distinta según cómo nos movemos, dado que:

...un paisaje con alta conectividad es aquel en que los individuos de una especie determinada pueden desplazarse con libertad entre hábitats que se requieren para alimentarse y protegerse. (...). Un paisaje puede, al mismo tiempo, ofrecer elevada conectividad para algunos organismos, como aves con movilidad de largo alcance, y baja conectividad a otros, como caracoles o pequeños reptiles sedentarios (Taylor et al, 1993; en Bennet, 2004: 9).

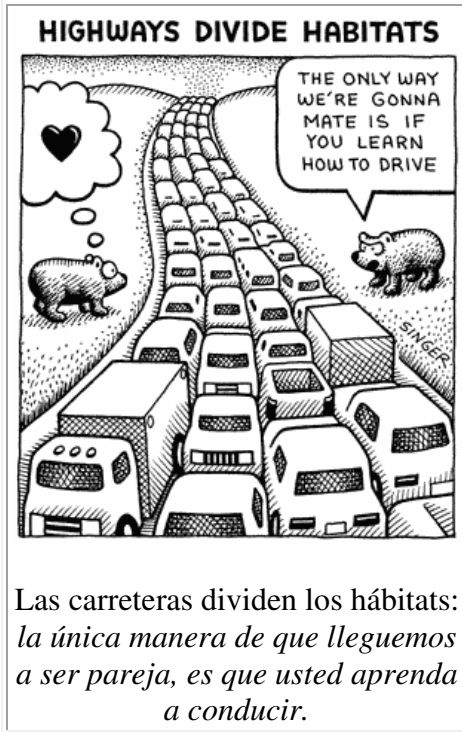
Imaginemos por un momento que habituarse a un determinado modo de transporte significara el constituir distintas especies de habitantes. Automovilistas, ciclistas, pasajeros de transporte público y peatones como miembros de especies diferentes. ¿Acceden todos de igual forma a *hábitats*

*diferentes que se requieren para alimentarse y protegerse?* ¿Quiénes acceden a una elevada conectividad –como aves– y quiénes ven restringida su conectividad –como *pequeños reptiles sedentarios*? Curiosamente, en la cita se asocia *baja conectividad* al ser sedentario; pero entre los humanos urbanizados, suele suceder al revés, pues quienes se hacen sedentarios por depender de herramientas motorizadas privadas para desplazarse, incrementan su accesibilidad a los servicios de una ciudad.

Siguiendo a Bennet -quien señala que “el paisaje lo reconocen de manera diferente especies distintas” (2004: 9) -, podemos concluir que, a cada medio de transporte corresponde una distinta percepción de la ciudad. Sobre la percepción, Speranza (2006: 42) establece desde una visión gestáltica que: “todas las declaraciones que se pueden hacer son relacionales. Declaraciones como A es B, en la ecosofía T son abandonadas a favor de A es B en relación con C”.

Es decir que, el vehículo bicicleta es lento en relación al vehículo auto o el vehículo auto es peligroso en relación al vehículo bicicleta. Del mismo modo, las distancias se perciben grandes o pequeñas, la circulación será rápida o lenta y la captación de la belleza o fealdad plena o limitada, según el modo de transporte. Por ello Illich (2006:161) denuncia la injusticia presente cuando el urbanismo organiza la ciudad a la medida del automovilista, pues las distancias se alargan también para aquellos que no cuentan con la herramienta para cubrirlas.

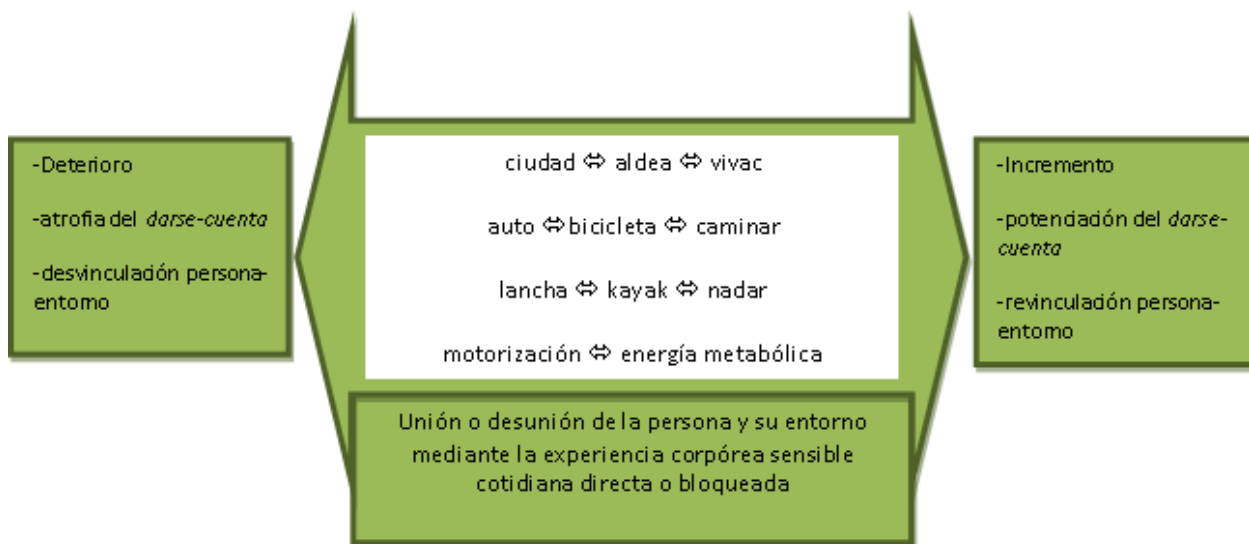
Para complementar lo comentado, el Gráfico N.º 1 ilustra la relación entre cómo nos trasladamos y la sensibilidad con el entorno que cada opción implica:



Las carreteras dividen los hábitats: la única manera de que lleguemos a ser pareja, es que usted aprenda a conducir.



**Gráfico N.º 1**  
**Afectación de la percepción del entorno por el modo de transporte (*El Darse Cuenta*)**



**Nota:** *Darse cuenta* es una expresión propia de la Psicoterapia Gestalt que significa “la capacidad que tiene cada ser humano para percatarse de lo que está sucediendo dentro de sí mismo y en el mundo que lo rodea” (De la Rosa, 2005).

**Fuente:** elaboración propia.

La vivencia cambia, la percepción cambia y la comprensión interactúa con la percepción. Como consecuencia, la comprensión del entorno, problemática y solucionática, es distinta. Este proceso, que se traduce en diferencias de visión y comprensión, actúa al momento de debatir desde lugares distintos. Cuando esto no se visibiliza, el debate se carga de juicios éticos entre técnicos y fundamentalistas y la falta de entendimiento se explica desde la maldad de unos o la bondad de otros, cuando principalmente es un asunto de percepción. No sólo reflexiva, filosófica, política o económica. También de piel, olfato, oído, gusto, kinestesia y vista, pues la relación corpórea sensible que se establece con el entorno es gravitante en la configuración de la comprensión que cada uno obtiene y somete a contraste con otros. El auto, como *herramienta manipulable-industrial*, ofrece una tecnología recargada de funciones que “liberan” de la percepción del entorno: un motor que lo mueve sin esfuerzo, calefacción o aire acondicionado, puertas, música, amortiguadores y neumáticos cada vez más suaves. Es una vivencia cotidiana artificializada, en la cual no hay esfuerzo, frío o calor, viento en la cara o silencio; la comprensión de ciudad, con sus problemas y necesidades, se afecta por una no-percepción. Si lo vemos así, el desconcierto hacia quienes dependen del automóvil se muta en compasión. Interesante es al respecto la ciudad de Ferrara como caso comunitario conciliador, tal como es presentada en el documental *L'Eco della Bici* (Rovano, 2006). En él, testimonia un entrevistado que el secreto de Ferrara es que la mayoría de los ciudadanos son tanto automovilistas como ciclistas; así, al desaparecer la situación de humanos diferenciados en *especies*, se aminoran las brechas de percepción-comprensión y posibilita el entendimiento y por tanto la convivencia armónica.

## Propuesta: un intento de interrumpir el ciclo

*Suenan muy futuras ciertas voces del pasado.  
Eduardo Galeano (2006:32)*

A partir de lo dicho quisiera introducir en esta tercera parte un nuevo elemento: el equilibrio. Equilibrio es un concepto clave y lo es en muchos sentidos. En primer lugar, referido a la complementación entre pasado y futuro. Revertir el problema no pasa por un retorno a las cavernas ni tampoco por entregarse a la solucionática tecnológica. Resulta esclarecedora al respecto la revisión histórica-urbana que Jacob y Pardo (2010) hacen de las ciudades y que resumen en el Gráfico N.º 2. Éste permite comparar, en tres etapas, la *caminabilidad* y salubridad entre las ciudades pre-industriales y post-industriales. Al extremo derecho de la figura, la ciudad futura (en algunos felices casos ya casi presente) rescata lo bueno del pasado sin renunciar a lo presente.

**Gráfico N.º 2**  
**Evolución esquemática del pensamiento sobre urbanismo y transporte**



**Fuente:** elaboración propia.

Pero si esa es la dirección, *¿cómo avanzar?* Hay dos nociones que pueden ser útiles al respecto. Desde la teoría: el ser *ecológico autotélico*. Desde la acción: dos *recetarios* de acciones ecológicas.

### El ser ecológico autotélico

Cuando un adulto le pregunta a un niño por qué hace tal cosa, es frecuente la respuesta *porque sí*. Inevitablemente, esa respuesta desespera al adulto, pues hemos perdido la capacidad de creer que las cosas puedan ser lo que son porque sí o porque no. *¿Tiene que haber una causa, una razón!*, puede refutar el adulto, y el niño mira sin entender por qué un *porque sí* no basta. Es que los niños son de esencia autotélica, para ellos las cosas, acciones, se justifican en sí mismas. Al crecer y culturizarse, aprenden de estrategia, objetivo y método; pero al inicio todo es tendencia a esto o impulso por tal cosa.

Descubro este concepto a partir de mi formación profesional en recreación, según la cual entiendo que el juego es juego en tanto es autotélico, es decir no depende de un para qué. Naess alude a este tipo de comportamientos desde las *acciones bellas* kantianas:

Suponte que ejecutas la acción que la ley moral prescribe, no por respeto a la ley, sino porque estás inclinado a actuar así. Te resulta “natural” hacerlo. En ese caso, Kant llama a la acción una acción “bella”. No es una acción moral ni una acción inmoral (en Speranza, 2006: 83).

Luego Speranza (2006, 83-84), comenta que en los asuntos ecológicos es mucho más conveniente realizar acciones bellas que acciones por deber, pues actuar ‘por deber’ implica cierta tensión entre lo que ‘debo’ y lo que ‘quiero’. En cambio, si las personas fuesen influenciadas a actuar por inclinación, tarde o temprano sus acciones constituirían un hábito, lo cual en términos kantianos, equivaldría a un desplazamiento del acto moral al acto bello, que es justamente lo que Naess pretende.

Pues bien, a partir de estas consideraciones presento en la Cuadro N.º 5 distintas pautas de acción para el logro o modificación de comportamientos:

#### **Cuadro N.º 5** **Maneras de lograr un comportamiento**

<b>COMPORTAMIENTOS</b>	<b>PUEDEN SER</b>
DESEABLES: priorizan el bien colectivo al individual.	Obligados, premiados, pedidos, inducidos, permitidos, facilitados, promovidos.
NO DESEABLES: priorizan el bien individual al colectivo	Prohibidos, sancionados, restringidos, dificultados, desincentivados

**Fuente:** elaboración propia.

Desde este listado y pensando *autotélicamente* para la búsqueda de *acciones bellas*, habrá que diseñar métodos de cambio más cercanos a la promoción y desincentivo que a la obligación y prohibición. Lo primero, una vez que se logra, fluye y se retroalimenta. Lo segundo, quizás es más sencillo de lograr, pues se resuelve muchas veces con legislación restrictiva, pero por ende, demanda fiscalización y sanción. La consecución de una cultura en armonía con Gaia, requiere de estrategias seductoras, ya que si el sistema imperante se percibe opresor y restrictivo, la alternativa ecológica no puede arrojarse con el mismo traje. Es así que, lo que parece tarea de legisladores, abogados y jueces, debe abrirse a la participación de educadores, como bien dice Naess:

La educación tiene una función protagónica en este punto (...) La vida al aire libre, la atención de los ciclos naturales, estimulan gradualmente la expansión del yo ecológico y esto es, justamente, lo que hace que evitemos ciertas prácticas nocivas no porque nos sintamos obligados a ello sino porque nos sentimos naturalmente inclinados a hacerlo (en Speranza, 2006:84).

Un clásico de la literatura infantil ofrece un episodio iluminador sobre lo comentado, como lo es la visita del *Principito* al *Planeta del Rey*. Un extracto del diálogo que ahí ocurre, refiere al principio autotélico de las acciones bellas:

Principito: Me gustaría ver una puesta de sol... Deme ese gusto... Ordénele al sol que se ponga...

Rey: Si yo le diera a un general la orden de volar de flor en flor como una mariposa, o de escribir una tragedia, o de transformarse en ave marina y el general no ejecutase la orden recibida ¿de quién sería la culpa, mía o de él?

Principito: La culpa sería de usted -le dijo el principito con firmeza.

Rey: Exactamente. Sólo hay que pedir a cada uno, lo que cada uno puede dar -continuó el rey. La autoridad se apoya antes que nada en la razón. Si ordenas a tu pueblo que se tire al mar, el pueblo hará la revolución. Yo tengo derecho a exigir obediencia, porque mis órdenes son razonables (De Saint-Exupéry, 2001:20).

La pregunta es: *¿será posible que las acciones ecológicas humanas lleguen a ser como el volar de flor en flor de una mariposa?*

### “Recetarios libertarios” de acciones ecológicas

Le llamo *recetario libertario* al conjunto de recomendaciones que permitirían revertir el proceso descrito en los dos primeros capítulos. El primer recetario lo he seleccionado por la coherencia entre las actitudes que plantea y los ejes temáticos hasta ahora desarrollados:

Analizar mis hábitos de vida, darme cuenta de cómo “el sistema” (leyes, culturas, intereses económicos...) dirige mi vida y mis actos concretos.

Ver que muchas cosas “normales” son “mandatos sociales” y no deberes universales, me ayuda a librarme de falsas necesidades (...) Puedo dejar de hacer lo que hace todo el mundo sin complejos.

Tomo una postura activa y voy reduciendo la brecha que hay entre cómo vivo y cómo me gustaría hacerlo. Me empodero, paso de elegida a elegir, de objeto pasivo a protagonista activa que escribe su propio guión.

Me abro a una manera de pensar menos individualista que me ayuda a sentirme parte (y no a-parte) de mi entorno y del planeta (Lodeiro, 2008:26).

El segundo recetario es de elaboración propia y nació en el proceso de escribir este artículo. Se proyecta desde una estrategia en torno a *despertadores de conciencia*, acciones que actúan como *dispositivos de cambio* [4] que provocan salir del trance hipnótico adormilado; son terapias desintoxicantes cuando no vacunas preventivas. Deben ser detectados, protegidos y propagados para que las acciones bellas fluyan cada vez más. Mi listado de *despertadores de conciencia* sería:

- La bicicleta como vehículo cotidiano, encabeza este listado no por ser la más importante; sólo que fue mi despertador y por ello le reservo este lugar.
- Minimizar –cuando no erradicar- la presencia de la TV. La TV es el teléfono entre el modelo socioeconómico globalizado y nosotros, no debemos atenderlo. Puede ser gradual, estuve tres años sin TV por cable, sólo abierta. Hace un mes, la decisión de vivir sin TV fue mucho más sencilla. Eso anticipó el nacimiento de este artículo.

- Hacerse soberano del consumo personal, potenciar las cooperativas de consumo responsable, incrementar el abastecimiento local y disminuir el abastecimiento vía importación. Cultivar la tierra, reconectarse a los ciclos naturales. No es cierto que esto bajará el empleo, sólo la capacidad de control de las multinacionales.
- Alimentación respetuosa, dado que si somos lo que comemos, el ser coherente pasa por alimentarse sanamente y en armonía con los demás seres.
- Vivir lento, darse permiso de hacer nada. No por nada Gatti (1996) asocia paz y pausa[5] y Merallo (2011) dijo que la Lentitud es un Derecho[6].
- Rescatar el ocio como actitud/estado fecundo de felicidad trascendente, jugar a toda edad. Liberarse del trabajo. *Trabajar para vivir, no vivir para trabajar*, es una frase más que nunca vigente y necesaria de vivir.
- Que en la recreación deportiva, el ludismo domine la competición. Tanto como jugador e hinchas, hay que estar atento para que la FIFA[7] y el COI[8] no tergiversen nuestros valores deportivos.
- Convivir con mascota(s) en trato amoroso igualitario.
- Reparar, reutilizar o reciclar. Vestirse en tiendas de ropa de 2ª mano.
- Vida al aire libre, contacto intenso y profundo con y en la naturaleza no intervenida, libera de la comodidad como valor dominante en la configuración de nuestra relación con las herramientas, al otorgar espacios para re-aprender el vivir sencillo, sin muebles, electricidad o vehículos.
- Vivir en ciudades con las cualidades de Valdivia de Chile. La ciudad que habito es una experiencia liberadora, pues la naturaleza ha sobrevivido a empresas de obras civiles, inmobiliarias y forestales. Bosques, humedales y ríos dentro del radio urbano, es una riqueza urgente de relevar y proteger. Es en y por esta ciudad y las amenazas que acá se respiran que se provoca este artículo. Vivir en una ciudad como Valdivia es por tanto la última y más fundamental de las recomendaciones en este recetario.

### A modo de conclusión

En toda situación la problematización tiende a la identificación de culpables, lo cual personaliza la crisis principalmente en quienes están de turno en el poder. Sin embargo, al igual que los ganaderos de la *Tragedia de los Comunes*, una vez que se ha instalado *el sistema* como herramienta soberana, cada actor, independiente de la cuota de poder que sostenga, juega un rol dentro de una lógica relacional en la cual sigue ciertas reglas, muchas veces no escritas. El fragmento de comprensión que cada uno alcanza, mediatizado por el distinto acceso perceptivo al entorno que tenemos, determina la ética de nuestro desempeño en el sistema. Según cada ámbito de desempeño y conjunto de percepciones y estímulos, se puede sinceramente creer que se hace lo correcto, o bien, si es que ocurre un darse cuenta de actuar incorrecto, al no encontrar alternativa, los perjuicios que se generan se justifican o relativizan. Paradójicamente, esperamos soluciones desde los líderes, invisibilizando el hecho que dado que han llegado a cúpulas decisionales ascendiendo en *el sistema*, es muy improbable que realicen modificaciones significativas, ya sea por falta de deseo, visión o bien cuando lo intentan, *el sistema* reclama su soberanía y los debilita o cambia.

Apuesto, por lo tanto, al cambio desde las bases ciudadanas, sumando de uno en uno, más que por los liderazgos revolucionarios. En este proceso, el acceso a la *autodeterminación* es un camino que se debe transitar apoyándose en *despertares* irradiados que permitan avanzar hacia la *autorrealización* ecológica, mediante la experiencia integrada de reflexión y acción. Sólo así, se podrá salvar la distancia que hay del conocer al comprender, atendiendo a la distinción presentada por Max-Neef mediante la siguiente analogía:

Suponga que usted ha estudiado todo cuanto es posible estudiar –desde el punto de vista antropológico, cultural, psicológico, biológico y bioquímico– acerca del fenómeno del amor. Usted es un erudito. Usted sabe todo lo que es posible saber acerca del amor, pero nunca comprenderá el amor, a menos que se enamore (Max-Neef, 2006: 135).

Considero que, en tanto verbo como sustantivo, comprender y comprensión contienen por uso una dimensión que no se corresponde con el real sentido que debieran provocar; hablan de una acción o estado, un logro estático, de un *algo* que se puede alcanzar, luego del cual uno puede darse por satisfecho. Y no es así. Me hace más sentido hacer de la comprensión sinónimo de utopía, en cuanto a naturaleza del concepto, y así leer a Galeano:

Ella está en el horizonte. Me acerco dos pasos, ella se aleja dos pasos. Camino dos pasos y el horizonte se corre diez pasos más allá. Por mucho que yo camine, nunca la alcanzaré ¿Para qué sirve la Utopía? Para eso sirve: para caminar (en Lodeiro, 2008:30).

La comprensión es una condición dinámica en evolución expansiva para la cual no sabemos si hay límite; pareciera que no. Y se camina –o pedalea- hacia a ella, por medio de una sinergia de estudio, meditación y acción. La interacción vivenciada de los *despertadores de conciencia* es el componente acción de esta tríada que nos regresará a una relación ecológica con las herramientas, la cual deberá ser realizada alternando lo individual con lo colectivo, atendiendo a la *autorrealización* de Naess en Speranza (2006: 69): “la posibilidad de avanzar en la autorrealización va a estar íntimamente conectada con la autorrealización de otros, porque todos constituimos una misma unidad”.

Quizás, finalmente, descubramos que comprensión y autorrealización es una misma cosa expresada en términos distintos.

---

## Notas

[1] Palabra usada por primera vez en 1972 en una conferencia realizada en Bucarest. La fusión etimológica de los vocablos griegos *oikos* (casa, hogar) y *sophia* (sabiduría) traducen con claridad la idea que Naess quiere introducir: cuando las cuestiones ecofilosóficas se conectan con situaciones particulares de nuestra vida que demandan decisiones, es posible –y conveniente- elaborar nuestra propia filosofía, una ecosofía, que constituye “una cosmovisión o sistema inspirado por las condiciones de vida de la ecósfera” (Speranza, 2006: 36).

[2] Cfr. en este sentido las investigaciones de George Lakoff en el ámbito de la ciencia cognitiva, o las de Antonio Damasio en el ámbito de la neurociencia.

[3] También con la esperanza y el temor, que son las dos pasiones básicas que según Espinoza sirven al poder, tal como lo analiza en el *Tratado Teológico-político* (1986).



[4] Amarilis Horta, Directora del Centro de Bicicultura, Chile, se refiere a la bicicleta como un *dispositivo de cambio*.

[5] En *Quiero Paz*, canción de Eduardo Gatti (1996), trovador chileno, el primer verso del estribillo dice “*Quiero paz, quiero una pausa, quizás morir de amor en tu mirada...*” Así también, el tema inicia preguntándose “*Cuánto demora el hombre, en entender, cuánto demora en discernir...?*” Paz, pausa y discernimiento en una canción.

[6] *El derecho a la lentitud*, se llamó la conferencia de Juan Merallo presentada en Velo-city Sevilla 2011.

[7] Federación Internacional de Fútbol Asociación

[8] Comité Olímpico Internacional.

---

## Referencias citadas

Araújo, Joaquín (2000). *Ecos...lógicos. Para entender la ecología*. Madrid: Maeva.

Bateson, Gregory (1998). *Pasos hacia una ecología de la mente*. Buenos Aires: Lohlé-Lumen.

Bennett, Andrew (2004). *Enlazando el paisaje* (3ª edición). San José: UICN.

Damasio, Antonio (2005). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. Barcelona: Crítica.

De Saint-Exupéry, Antoine (2001). *El Principito*. Chile: Pehuen Editores.

Espinoza, Baruch (1980). *Ética demostrada según el orden geométrico*. Introducción, traducción y notas Vidal Peña. Madrid: Orbis.

Espinoza, Baruch (1986). *Tratado teológico-político*. Traducción Atilano Domínguez. Madrid: Alianza.

Forester, John (1993). *Ciclismo Eficiente*. The MIT Press, 6ª Edition.

Galeano, Eduardo (2006). *Úselo y tírelo* (13ª edición). Buenos Aires: Boocket.

Gatti, Eduardo (1996). Álbum “De momentos, viajes y navegantes”.

Gray, Martin y Roderick Watson (1980). *El Libro de la Bicicleta*. Blume Ediciones. Madrid

Hardin, Garrett (2007). “La Tragedia de los Comunes”. *Revista Ambiente y Desarrollo*, N.º 23, Vol. 1, 53-63.

Illich, Ivan. (2006) *Obras reunidas I: La convivencialidad*. México: FCE

Jacoby, Enrique y Carlos Pardo (2010). *Ciudades del automóvil, obesidad y cambio climático: se alinean las crisis y también las soluciones*. Bogotá: Serie Discusiones Contemporáneas, Slow Research.

Lakoff, George y Mark Johnson (1999). *Philosophy in the Flesh, the embodied mind and its challenge to Western Thought*. New York: Basic Books.

León, José. (1992). *Persuasión de masas*. Bilbao: Deusto.

Lodeiro, Toni (2008) *Consumir menos, vivir mejor. Ideas prácticas para un consumo más consciente*. Tafalla (España): Editorial Txalaparta.

Lührs, Otto (2007). “Es el auto a la bicicleta, lo que la TV al libro”. Disponible en [www.movilidadsinmotores.blogspot.com](http://www.movilidadsinmotores.blogspot.com) (visitada el 30 de abril de 2011).

Lührs, Otto (2010). “La alquimia maligna”. Disponible en [www.movilidadsinmotores.blogspot.com](http://www.movilidadsinmotores.blogspot.com) (visitada el 23 de abril de 2011). Max-Neef, Manfred (2006). *Desarrollo a Escala Humana. Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones* (3ª Edición). Barcelona: Editorial Icaria.

Merallo, Juan (2011). “El derecho a la lentitud”. Ponencia presentada en Velo-city Sevilla 2011. Disponible en: <http://ftp.sevillafilmoffice.com> (visitada el 30 abril de 2011).

OCDE, en <http://www.oecd.org> (visitada el 23 de abril de 2011).

Rovano, Pepe (2006). *L' Eco della Bici*. Documental. Arcoiris TV.

Ruiz, Carmela (2005). *Principios de la Psicoterapia Gestalt*. Disponible en: [www.darsecuenta.bitacorras.com](http://www.darsecuenta.bitacorras.com) (visitada el 23 de abril de 2011).

Singer, Andy. *Drive to work / work to drive*. Disponible en <http://www.andysinger.com/> (visitada el 23 de abril de 2011).

Singer, Andy. *Highways divide habitats*. Disponible en <http://www.andysinger.com/> (visitada el 23 de abril de 2011).

Speranza, Andrea (2006). *Ecología profunda y Autorrealización*. Buenos Aires: Biblos.

Wikström, Owe (2005) *El elogio de la lentitud. La promesa de una vida sin prisa*. Bogotá: Editorial Norma S.A.

## De Hiroshima a Fukushima: la conveniencia del uso de la energía nuclear

### From Hiroshima to Fukushima: the convenience of nuclear power use

David Cáceres Bayona

---

David Cáceres es Ingeniero Electricista de la Universidad Nacional de Colombia y estudiante de la Maestría en Gobernanza Energética de FLACSO Ecuador. [davidcaceresb@gmail.com](mailto:davidcaceresb@gmail.com)

---

Fecha de recepción: 3 de mayo de 2011  
Fecha de aceptación: 22 de septiembre de 2011

#### Resumen

El presente artículo expone una mirada amplia de la tecnología nuclear, haciendo hincapié en el uso civil de la misma. Se indican argumentos técnicos y antecedentes históricos a favor y en contra de la energía nuclear y se presenta de forma breve el efecto del riesgo nuclear en la sociedad moderna.

**Palabras clave:** tecnología nuclear, seguridad energética, calentamiento global, accidente nuclear, bomba atómica, riesgo.

#### Summary

This paper presents a wide view of nuclear technology, with emphasis on the civil use of it. For this purpose technical and historical arguments are exposed for and against nuclear energy and are briefly presented the effect of nuclear risk in modern society.

**Keywords:** nuclear technology, energy security, global warming, nuclear accident, atomic bomb, risk.

#### Introducción

El riesgo de un desastre nuclear se ha convertido en uno de los más profundos temores de la sociedad moderna. Dicho temor surge de las indiscutibles demostraciones del poder destructivo de la tecnología nuclear, en primer lugar con la destrucción de las ciudades japonesas Hiroshima y Nagasaki el 6 y 9 de agosto de 1945 respectivamente, y más adelante con la proliferación de pruebas nucleares como estrategia para la demostración de poderío entre los contrincantes de la Guerra Fría. Pero además, debido a las fallas de algunas centrales nucleares de producción de energía, como la de Three Miles en Estados Unidos el 28 de marzo de 1979, la de Chernóbil en Ucrania el 26 de abril de 1986 y por último la reciente falla de la central Fukushima en Japón el 11 de marzo de 2011. Estas fallas han tenido consecuencias considerables, debido tanto a efectos inmediatos de la

explosión de los reactores, como a los efectos prolongados causados por la liberación de radioactividad.

Los antecedentes de la tecnología nuclear han generado polémica frente a su uso. Por un lado, está la probabilidad de fallas en las centrales con efectos irreversibles y la posibilidad de su uso bélico camuflado como programa civil y, por el otro, la posición de este tipo de energía en la matriz energética global como una de las principales fuentes no dependientes de los hidrocarburos y como una de las más importantes alternativas de generación de energía sin liberación de gases de efecto invernadero.

### **La energía nuclear como alternativa**

En términos técnicos, la energía nuclear es la generación de energía eléctrica a partir de las reacciones nucleares producidas en los átomos de algunos elementos como el uranio. El proceso comienza con la reacción producida cuando se bombardea un isótopo[1] de un elemento fisible, generalmente uranio 235, produciendo partículas más ligeras y una gran cantidad de energía, generando además una reacción en cadena que garantiza el bombardeo de otros isótopos. Esta reacción se denomina fisión nuclear[2].

Parte de la energía resultante del proceso de fisión nuclear se traduce en calor, el cual se usa para calentar agua y producir vapor en un ambiente controlado. El vapor de agua es conducido hacia una turbina que se encuentra acoplada con un generador, el cual, por medio de principios electromagnéticos, transforma la energía cinética del movimiento de la turbina en energía eléctrica.

Por lo tanto, el principio de funcionamiento de las centrales de generación eléctrica nuclear es el mismo de las centrales termoeléctricas convencionales. La diferencia es que estas últimas usan como combustible hidrocarburos (derivados del petróleo o carbón), y las centrales nucleares usan elementos fisibles como el uranio.

Es precisamente el uso de otro tipo de combustible lo que convierte a la energía nuclear en una alternativa para remplazar a los hidrocarburos, ya que no se emite CO<sub>2</sub> (gas de efecto invernadero) durante el proceso principal de producción de este tipo de energía[3]. Sin embargo, el uso civil de la energía nuclear es ampliamente discutido debido al riesgo de fallas y el difícil manejo de los residuos.

### **Importancia de la energía nuclear en la matriz energética mundial**

La producción de energía nuclear es, en gran parte, independiente de factores externos no controlables, a diferencia de las energías eólica, solar e hidroeléctrica que tienen una alta dependencia de las condiciones climáticas[4]. Esta ventaja relativa fue advertida a partir de la segunda mitad del siglo XX por los países que buscaban independencia del uso de los hidrocarburos (las causas de esta búsqueda son discutidas en la próxima sección), provocando que los Estados que tenían la capacidad financiera para emprender programas nucleares con fines civiles, comenzaran a patrocinar dichos programas, lo que posicionó

este tipo de energía como una de las principales fuentes alternativas (Comisión Europea, 2000: 32).

En el 2008, existían en operación 439 reactores nucleares en 30 países, lo que representaba el 14% de la generación global de electricidad y casi el 6% del consumo de energía en el mundo (IAEA, 2008b: 5).

Para el 2009, la matriz energética mundial estaba compuesta principalmente por los hidrocarburos (gas natural, carbón, petróleo crudo y líquidos), los cuales representaban el 81,6% de la producción mundial de energía, seguidos de la biomasa y la energía nuclear, como las principales fuentes alternativas, con un 9,8% y 5,9% respectivamente (Fontaine, 2010: 163).

Sin embargo, con la proliferación del uso de la energía nuclear, también aumentó la posibilidad de usar esta tecnología con fines bélicos, por lo que se realizaron distintos tratados internacionales con el fin de regularla. Los tratados principales fueron: el Tratado Euratom firmado en 1957, el Tratado de No Proliferación de 1968 y las normas del Organismo Internacional de Energía Atómica.

El Tratado de Euratom, firmado en 1957, tenía como objetivo reducir la creciente dependencia de la Unión Europea del petróleo a través del fomento del uso civil de la energía nuclear, incentivando para ello la cooperación entre los países en aspectos como los conocimientos, los medios de financiación y la infraestructura (Comisión Europea, 2000: 33).

El tratado de No Proliferación Nuclear, firmado en 1968, propuso limitar la tenencia de armamento nuclear a los países con tecnología consolidada (relacionada principalmente con armas)<sup>[5]</sup>, quienes a su vez debían comprometerse a no transmitir sus conocimientos a otros países para evitar nuevos desarrollos nucleares con objetivos militares. Sin embargo, el tratado también reivindicó el derecho de las naciones de desarrollar energía nuclear con fines civiles, pero bajo supervisión de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA por sus siglas en inglés)<sup>[6]</sup>.

### **La seguridad energética y el calentamiento global**

Los choques petroleros de 1973 y 1979 pusieron en evidencia la dependencia que los países occidentales tienen de los suministros de crudo de Medio Oriente. Para mitigar esta situación, se generaron desde los países desarrollados una serie de esfuerzos que confluyeron en la creación de la Agencia Internacional de Energía (AIE), cuyo fin era garantizar la seguridad de suministro de energía necesario para la demanda interna de cada país.

Esta preocupación inicial de la AIE sobre la seguridad de suministro energético se acopló posteriormente con los conceptos de desarrollo sostenible y cambio climático, evidenciados en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, realizada en Río de Janeiro en 1992. Es así como se dio origen a una nueva generación de políticas

energéticas que desembocaron en la implementación de distintas medidas tales como los impuestos a la emisión de carbono (mercado de emisiones) y fomento a la investigación en energías alternativas (Helm, 2007).

Dentro de este nuevo conjunto de prioridades, la energía nuclear fue considerada como alternativa porque, a diferencia de la energía térmica tradicional, no basa su funcionamiento en hidrocarburos y, por lo tanto, no acarrea los inconvenientes del uso de estos combustibles; es decir, la dependencia del suministro de petróleo del medio oriente y la emisión de CO<sub>2</sub> (uno de los principales gases de efecto invernadero).

Entonces, debido a la responsabilidad de la generación de energía en la producción de emisiones de carbono y a la necesidad de diversificar las fuentes para garantizar la seguridad de suministro energético, la industria de la energía necesita seguir investigando en las tecnologías actuales y generando innovación, incluyendo la posibilidad de implementar una nueva generación de energía nuclear y de potencializar otras fuentes renovables (Yergin, 2005: 57).

### **Riesgos y desventajas del uso civil de la energía nuclear**

#### *Los accidentes nucleares*

Los materiales que sirven de combustible para producir energía nuclear (uranio y plutonio), son elementos que requieren condiciones muy controladas de manipulación debido a que, tanto estos como los procesos a los que son sometidos, son altamente inestables. En dichos procesos, que involucran reacciones a nivel atómico, se corre el riesgo de perder fácilmente el control sobre las variables, lo que puede generar explosiones en los reactores[7] y fugas de radioactividad[8] al exterior.

Durante la operación de algunas centrales de energía nuclear, se han presentado accidentes con graves consecuencias. Los más renombrados, por su magnitud y protagonismo mediático son:

- *Three Mile Island*: sucedió en 1979 debido a la fusión parcial del núcleo de uno de los reactores. No tuvo consecuencias considerables en la población cercana a la central pero redujo considerablemente la confianza en la energía nuclear a nivel mundial.
- *Chernóbil*: ocurrió en abril de 1986 por un error en una prueba de respuesta del sistema de la central nuclear a un corte de energía, lo que provocó una explosión de uno de los reactores de la central, dejando expuesto el núcleo y arrojando una nube radioactiva al exterior. Este accidente es considerado el más grave de la historia de la energía atómica.

El accidente nuclear de Chernóbil provocó numerosas muertes inmediatas causadas por la explosión del reactor, pero además tuvo efectos prolongados producidos por la exposición de las personas a la excesiva radioactividad. Además de las afectaciones a los tejidos de las



personas expuestas, esta alta radioactividad puede tener implicaciones genéticas negativas (Tardón, 2011).

Estos sucesos incrementaron la desconfianza en la producción de energía nuclear. Es por esto que la mayoría de los países que utilizan este tipo de energía han recurrido a moratorias con el fin de reducir gradualmente su uso; o bien, se han comprometido a mejorar la seguridad de las instalaciones de sus centrales nucleares (Comisión Europea, 2000: 34).

A pesar de estas consideraciones, otro grave accidente ha vuelto a ocurrir, esta vez en la central de Fukushima. El colapso de esta central se debió a la salida de funcionamiento del sistema de enfriamiento de los reactores causada por el terremoto que tuvo lugar en Japón el 11 de marzo de 2011. El terremoto desactivó la generación interna de energía y deshabilitó la alimentación externa, situación que empeoró con el posterior tsunami que dañó los generadores diesel de emergencia. La agencia de noticias Reuters informó que: “La crisis nuclear en Fukushima se encuentra a la fecha en el nivel más alto de severidad<sup>[9]</sup>, quedando a la par con el accidente de Chernóbil en 1986” (Reuters, 2011). No obstante, se debe hacer notar la diferencia entre estos dos tipos accidentes.

La tecnología empleada en la central de Fukushima hace que la planta sea más robusta de lo que fue la central de Chernóbil incluyendo, entre otras cosas, una estructura de contención adicional que evitó que la radioactividad fuera inmediatamente arrojada a la atmósfera, como ocurrió en Chernóbil, permitiendo que la población fuera advertida y desalojada de forma rápida (Reuters, 2011).

### *Los residuos*

El manejo de los residuos es otro de los principales problemas del uso de este tipo de energía. Los residuos de la producción de energía nuclear, requieren un manejo especial por tratarse de materiales radioactivos de larga duración y que, por tanto, representan un peligro prolongado para las personas que puedan verse expuestas a las radiaciones de estos elementos. “Desde que empezó a utilizarse la energía nuclear, se consideró que el período de explotación de las centrales debía ir acompañado de la definición de una política de almacenamiento, depósito y tratamiento de los residuos” (Comisión Europea, 2000: 35).

La investigación en energía nuclear ha logrado determinar formas adecuadas de almacenamiento de residuos a corto plazo, asegurando que las propiedades radiactivas de los elementos que componen los desechos permanezcan aisladas, evitando así efectos negativos en las personas. Sin embargo, no se han resuelto todos los problemas prácticos relacionados con el almacenamiento a largo plazo de los desechos nucleares (Comisión Europea, 2000: 35), debido a la prolongada vida de los elementos radiactivos.

### *La factibilidad económica*

Los costos de los proyectos de generación eléctrica pueden clasificarse en costos de instalación y de generación. Éstos pueden variar dependiendo de diferentes factores como:

la potencia y las características técnicas de los equipos a instalar, el combustible usado, el mantenimiento, la operación y la regulación energética a la que esté sometido el proyecto.

En el caso de la energía nuclear, los costos de instalación de una planta de aproximadamente 1350 MW de potencia nominal, varían entre 1.200 dólares/kW y 1.600 dólares/kW, mientras que centrales de gas y carbón con potencias entre 560 MW y 700 MW tienen un costo de instalación de 450 dólares/kW y 1.000 dólares/kW respectivamente (Alonso et al, 2006: 42-43). Los costos de generación plantean un panorama distinto ya que, dependiendo del país, las condiciones del mercado y el contexto regulatorio estos pueden oscilar entre 30 dólares/MWh y 70 dólares/MWh para una planta nuclear. Estos precios son comparables en magnitud con los costos de una central a gas, los cuales, a su vez, pueden variar entre 40 dólares/MWh y 65 dólares/MWh (AIEA, 2008b: 30).

Enfocándose en los costos de instalación de las centrales nucleares para los países que no poseen infraestructura de este tipo, es más barato seguir generando energía a través del uso de combustibles fósiles e hídricos en lugar de experimentar con energía nuclear ya que el costo es muy elevado como consecuencia del control de la tecnología que ostentan los países desarrollados. No obstante, los países que tienen reactores nucleares actualmente en uso, pueden seguir generando electricidad más barata con las plantas nucleares que con centrales térmicas convencionales, teniendo en cuenta que los precios de los hidrocarburos están sujetos a mayor especulación que el combustible nuclear.

La factibilidad económica de la energía nuclear plantea otro importante problema que puede tener una relación directa con algunas fallas presentadas en centrales nucleares: la reducción indiscriminada de los costos de implementación y mantenimiento con el objetivo de aumentar las ganancias. Según indica el experto Yuli Andreyev[10], el diseño de las centrales de Three Mile Island, Chernóbil y Fukushima tenía defectos fundamentales puesto que, con el fin de hacerlas más competitivas, se habían reducido sus costos y la operación se realizaba con materiales de menor calidad (Andreyev, 2011).

El dilema de la factibilidad económica es el problema de la relación entre costo y seguridad. Es claro que esta relación es directamente proporcional y esto provoca la construcción y operación de centrales baratas, pero con un alto riesgo de colapsar.

### **Un riesgo adicional, el uso bélico de la tecnología nuclear y su relación con el uso civil**

Las dos bombas atómicas arrojadas sobre Japón en 1945 como estrategia para poner fin a la segunda guerra mundial, dejaron como resultado no solo la destrucción de las ciudades atacadas y miles de víctimas (muertos, enfermos y damnificados), sino también una preocupación mundial generalizada frente al gran potencial destructivo de la tecnología nuclear en su uso bélico.

La inquietud aumenta si tenemos en cuenta que el combustible nuclear puede usarse para fines bélicos en dos momentos del tratamiento para su uso civil: el enriquecimiento y el reproceso[11]. Para controlar los usos armamentistas de la energía nuclear, el grupo de los ocho (G-8) planteó la posibilidad de establecer un control completo del combustible,

evitando que los países que produzcan energía nuclear tengan acceso a las dos etapas consideradas peligrosas.

La propuesta del G-8 radica en que los países que no tengan infraestructura para el enriquecimiento de uranio y estén en proceso de implementar proyectos de aprovechamiento nuclear con uso civil, no adquieran dicha infraestructura y, a cambio se les garantizará el suministro del combustible por parte de los países que posean la capacidad para entregárselo, con vigilancia directa del procedimiento por parte de la Agencia Internacional de Energía Atómica IAEA (Deutch, 2007: 41).

La preocupación mediática del gobierno de Estados Unidos sobre un mal uso de la energía nuclear, relacionada principalmente con el desarrollo de armas de destrucción masiva y puesta de manifiesto en la propuesta del G-8, ha justificado la intervención diplomática y/o militar de varias naciones. Uno de los ejemplos más representativos y recientes de estas intervenciones es la invasión de Estados Unidos a Iraq, justificada por la sospecha de desarrollos nucleares en este país con fines armamentistas. Sin embargo, es más plausible la idea de que la invasión a Iraq haya tenido el fin de garantizar el dominio estadounidense en medio oriente, ya que la zona cuenta con la mayoría de las reservas y la producción de petróleo mundial, por lo que la incidencia política y militar en la región es clave para garantizar la seguridad de suministro de occidente (seguridad energética).

Lo anterior muestra cómo el miedo generalizado al uso de las armas nucleares es utilizado como un factor determinante del control geopolítico mundial y como garante indirecto de la seguridad energética de los países desarrollados.

### **El riesgo nuclear y sus efectos en la sociedad**

El riesgo nuclear representa una clase de peligro que está profundamente relacionado con la modernidad y que es generado en la misma sociedad y en sus aparatos productivos, es decir que ya no depende de factores extrínsecos como los desastres naturales. “A diferencia de anteriores riesgos industriales, este tipo de riesgos no están delimitados local, temporal, ni socialmente; no son imputables conforme a las actuales normas de causalidad, culpa y responsabilidad; y no son compensables ni asegurables” (Beck, 2011). Lo anterior, según Ulrich Beck, convierte los riesgos modernos (entre los que se encuentra el riesgo nuclear), en problemas difíciles de manejar mediante herramientas políticas.

La radioactividad excesiva, que puede escapar de las centrales nucleares y afectar negativamente la salud de las personas, es invisible, inodora, imperceptible, pero sumamente peligrosa. Esto modifica la percepción de peligro de las personas, que cada vez se sienten más preocupadas por los efectos de este nuevo factor de riesgo (Beck, 1996). Del mismo modo, después de presenciar las demostraciones de poder destructivo de las armas nucleares, su potencial uso es un riesgo que genera terror en la sociedad moderna.

Beck, Giddens Wynne y otros autores, escribiendo sobre la proliferación de los nuevos riesgos globales y su significación sociológica, han señalado que el peligro de una

conflagración nuclear es probablemente la amenaza más aterradora a la que la humanidad ha tenido que enfrentarse en la modernidad (Lemkow, 2002: 161).

El riesgo nuclear ha despertado numerosas protestas de personas y organizaciones que intentan oponerse al uso de ese tipo de tecnología. Los primeros en emitir una voz de oposición en la década de 1950 fueron prestigiosos científicos como Einstein[12] y Russell, los cuales emitieron comunicados como “El manifiesto por la paz” firmado en 1955, donde advertían sobre los efectos perversos del uso de la tecnología nuclear, incluso con fines civiles (Lemkow, 2002).

El apoyo de la sociedad civil a este tipo de protestas se inició con la creación, en la década de 1960 de movimientos pacifistas y opositores al uso de armas nucleares, como la Campaign for Nuclear Disarmament CND, que tuvo logros marginales relacionados en su mayor parte con alcances mediáticos. Estos movimientos evolucionaron hasta convertirse, en la década de 1980 en grupos políticos con reivindicaciones menos monotemáticas y más globales, dando más seriedad y alcance a sus luchas (Lemkow, 2002)

Actualmente, el accidente nuclear de la central de Fukushima, ha revivido la controversia sobre uso de la energía nuclear y la capacidad que tiene la tecnología de controlar este tipo de procesos, provocando que gobiernos como los de Alemania, Italia, México y Venezuela suspendan los planes de construcción de nuevas centrales nucleares, y en el caso de Alemania se ordene la desconexión de siete reactores de los diecisiete que se encuentran en funcionamiento en ese país, lo que podría ocasionar una crisis energética en un país donde el 21.7% de la energía eléctrica proviene de centrales nucleares (EFE, 2011).

## **Conclusiones**

Es importante analizar la producción y el uso de la tecnología nuclear desde una visión holística, con el fin de obtener un análisis completo de las ventajas y desventajas del uso y las aplicaciones de este tipo de energía, incluyendo, entre otros aspectos, su posición en la modernidad.

En el proceso de producción de energía nuclear se generan residuos tóxicos radioactivos que tienen una extensa vida activa y cuyo almacenamiento aún no ha sido perfeccionado a largo plazo. Adicionalmente, el riesgo de fallas de las centrales no es nulo (al igual que en la totalidad de los procesos industriales de cualquier tipo) lo que implica la posibilidad de liberación de radioactividad a la atmósfera. Del mismo modo, la tecnología nuclear también ha posibilitado la producción de armas de destrucción masiva de gran poder que dan origen al miedo de una conflagración nuclear mundial, que podría tener resultados catastróficos.

No obstante, en la producción de energía nuclear no se generan emisiones de carbono, por lo cual constituye una alternativa para reducir la responsabilidad de la producción de energía en el aumento del calentamiento global, en remplazo de la energía térmica basada en los hidrocarburos. Además, la tecnología nuclear civil ha tenido un avance acelerado desde su inicio formal a mediados del siglo XX, lo que se traduce en el planteamiento e implementación de mejores formas de reciclar y almacenar desechos nucleares, y en una

reducción considerable del número y la gravedad de los accidentes conforme aumenta la investigación y el desarrollo. Es notable el hecho de que, aunque fueron calificadas con el mismo nivel de gravedad en la escala INES, el accidente de Fukushima tuvo considerablemente menos víctimas que el de Chernóbil. Adicionalmente, las propuestas de control sobre los procesos de manejo del combustible nuclear para evitar desarrollos bélicos, podrían plantear una interesante oportunidad para implementar programas de uso civil sin riesgo armamentista si se acompañan con políticas de cooperación y transferencia tecnológica entre países, reduciendo los costos y los riesgos al mismo tiempo.

Por último, la diversificación de fuentes de energía es un proceso necesario para evitar la dependencia de los hidrocarburos (dependencia que tiene consecuencias tanto sociales como económicas y ambientales), lo cual es un importante paso para garantizar la seguridad energética de los países. Dentro de este objetivo de diversificación, la energía nuclear tiene un importante rol concedido por su posición como la energía alternativa con mayor presencia en la matriz energética global después de la biomasa.

Para la implementación eficaz de la energía nuclear, debe haber un mejoramiento continuo de los aspectos técnicos y económicos inherentes a este tipo de aprovechamiento. El costo de construcción y mantenimiento debe reducirse para hacer más factible económicamente su uso, pero manteniendo ineludiblemente una política de redundancia en la seguridad. Dicha redundancia, implica que existan varios niveles de respaldo en cada uno de los procesos involucrados en la central; es así como deben tenerse varias fuentes de alimentación que garanticen el funcionamiento de los sistemas neurálgicos tales como el sistema de enfriamiento. (Cabe recordar que la falla de Fukushima se debió a que el desastre natural desactivó las fuentes internas y externas de energía del sistema de enfriamiento).

Del mismo modo, se debe avanzar en el manejo de los desperdicios con el fin de evitar efectos en las personas expuestas a estos elementos y mejorar las prácticas de construcción y operación de las plantas para evitar accidentes con consecuencias catastróficas (Deutch, 2007: 40).

---

## Notas

[1] Los isótopos son los diferentes átomos de un mismo elemento que contienen en su núcleo distinto número de neutrones (partículas de carga neutra); de esta forma, los isótopos tienen el mismo número atómico pero distinta masa atómica.

[2] La fisión es el proceso que se usa actualmente para la generación de energía eléctrica a partir de reacciones nucleares. También existe otro proceso denominado fusión nuclear, sobre el cual aún no hay el dominio tecnológico necesario, pero que es considerado como una importante opción para la generación de energía en el futuro (a partir de la segunda mitad del siglo XXI) (EURATOM, s/f).

[3] Puede producirse CO<sub>2</sub> u otros gases de efecto invernadero en procesos asociados como la extracción del combustible nuclear.

[4] La energía solar depende de los niveles de iluminación y calor obtenidos del sol, por lo que está directamente ligada con las estaciones. La energía eólica depende de las velocidades del viento del lugar donde sean instalados los generadores. La confiabilidad de la energía hidroeléctrica depende del nivel de pluviosidad, por lo que una temporada de sequía prolongada puede reducir o anular la generación de este tipo de centrales.

[5] Los cinco países a los cuales se les autoriza la posesión de armas nucleares en el tratado son: Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Rusia y China, los cuales son también los miembros permanentes del consejo de seguridad de las Naciones Unidas.

[6] La Agencia Internacional de Energía Atómica es una entidad anexa a las Naciones Unidas que regula la actividad nuclear y establece normas sobre seguridad y protección ambiental. Fue creada en 1957 como la organización mundial “Átomos por la paz”.

[7] Un reactor nuclear es el lugar donde se producen de manera controlada las reacciones nucleares. El núcleo del reactor es el elemento que sirve de combustible de la reacción, generalmente uranio, en el caso de la producción de la energía eléctrica.

[8] La radioactividad es la propiedad de algunos elementos, como el uranio y el plutonio, de producir un tipo especial de radiaciones que afectan negativamente la salud de las personas expuestas.

[9] Una crisis nuclear se clasifica según su gravedad en 7 niveles establecidos por la Escala Internacional de Eventos Nucleares INES, siendo el nivel 7 el de más gravedad (IAEA, 2008a).

[10] Yuli Andreyev fue ingeniero de Chernóbil, sobreviviente del accidente nuclear y participante de su limpieza, fue además vicedirector del *Spetsatom*, organismo soviético de lucha contra accidentes nucleares (Andreyev, 2011).

[11] Para conocer el ciclo completo de tratamiento del combustible nuclear y las etapas que plantean la posibilidad de desarrollar armas de destrucción masiva, ver la sección “Nuclear Energy” del documento de la comisión trilateral “Energy Security and Climate Change”.

[12] Einstein fue uno de los principales impulsores del proyecto de la bomba atómica en Estados Unidos y algunas de sus teorías constituyen los más importantes fundamentos científicos de la tecnología nuclear.

---

## Referencias citadas

Alonso, Gustavo; Ramón Ramírez y Javier Palacios (2006). “Análisis de costos nivelados de la generación de electricidad en México”. En *Boletín Energetico*, N° 18: 39-47.



Disponible en <http://www.cnea.gov.ar/xxi/energe/b18/B18art3.pdf> (visitada el 3 de Septiembre de 2011).

Andreyev, Yuli (2011). “En la industria nuclear no hay organismos independientes”. *La Vanguardia*. Disponible en <http://www.lavanguardia.es/internacional/20110317/54129422489/andreyev-en-la-industria-nuclear-no-hay-organismos-independientes.html> (visitada el 16 de abril de 2011).

Agencia Internacional de Energía Atómica IAEA (2008a). “Escala internacional de sucesos nucleares y radiológicos INES”. Disponible en [http://www.iaea.org/Publications/Factsheets/Spanish/ines\\_sp.pdf](http://www.iaea.org/Publications/Factsheets/Spanish/ines_sp.pdf) (visitada el 17 de abril de 2011)

Agencia Internacional de Energía Atómica IAEA (2008b). “International status and prospects of nuclear power”. Disponible en [www.iaea.org/Publications/Booklets/NuclearPower/np08.pdf](http://www.iaea.org/Publications/Booklets/NuclearPower/np08.pdf) (visitada el 3 de Septiembre de 2011).

Beck Ulrich (1996). *La sociedad de riesgo*. Barcelona: PAIDOS.

Beck Ulrich (2011). “La industria nuclear contra sí misma”. *El país*. Disponible en [http://www.elpais.com/articulo/opinion/industria/nuclear/misma/elpepuopi/20110405elpepi\\_12/Tes](http://www.elpais.com/articulo/opinion/industria/nuclear/misma/elpepuopi/20110405elpepi_12/Tes) (visitada el 16 de abril de 2011).

Comisión Europea (2000). *Libro Verde Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético*. Italia: Oficina De Publicaciones Oficiales de Las Comunidades Europeas.

Deutch, John; Anne Lauvergeon y Widhyawan Prawiraatmadja (2007). *Energy security and climate change: a report to the Trilateral commission*. Washington D.C: Trilateral Commission.

EFE (2011). “Alemania arranca una comisión para acelerar el ‘apagón nuclear’”. *CNN México*. Disponible en <http://mexico.cnn.com/mundo/2011/04/04/alemania-arranca-una-comision-para-acelerar-el-apagon-nuclear> (visitada el 20 de abril de 2011).

Tardón, Laura (2011). “¿Qué efectos tiene la radiactividad sobre la salud?”. *El mundo.es*. Disponible en <http://www.elmundo.es/elmundosalud/2011/03/15/noticias/1300203080.html> (visitada el 23 de Septiembre de 2011).

EURATOM (s/f). “Energy from fusion”. Disponible en [http://bacterio.uc3m.es/investigacion/fusion/intro/fusion\\_leaflet\\_euratom.pdf](http://bacterio.uc3m.es/investigacion/fusion/intro/fusion_leaflet_euratom.pdf) (visitada el 17 de abril de 2011).

Fontaine, Guillaume (2010). *Petropolítica*. Quito: FLACSO-IEP-Abya Yala.

Helm, Dieter (2007). "The new energy paradigm". En *The new energy paradigm*. Oxford: Oxford University Press.

Lemkow, Louis (2002). *Sociología ambiental: pensamiento socioambiental y ecología social del riesgo*. Barcelona: Icaria.

Reuters (2011). "Conozca diferencias entre crisis nucleares de Fukushima y Chernóbil". *El Tiempo*. Disponible en [http://www.eltiempo.com/mundo/asia/diferencias-entre-fukushima-y-chernbil\\_9159329-4](http://www.eltiempo.com/mundo/asia/diferencias-entre-fukushima-y-chernbil_9159329-4) (visitada el 16 de abril de 2011).

Yergin, Daniel (2005). "Energy Security and Markets". En *Energy Security. Toward a new foreign policy strategy*, H. Kalicki y L. Goldwyn (Ed.). Washington D.C.: Woodrow Wilson Center Press.