



84

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
.....  
ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS

# Diseño verde

.....  
*Guía para la impresión de diseños con el  
menor impacto ambiental*

Tesis que para obtener el título de  
Licenciado en Diseño Gráfico presenta  
PATRICIA VÁZQUEZ GÓMEZ

Director de tesis  
LIC. JOSÉ OMAR GARCÍA MARTÍNEZ  
.....

México D.F. • Noviembre 2002

TESIS CON  
FALLA EN UNO EN



DEPTO. DE ASOCIACIÓN  
PARA LA TERCERA EDAD  
ESCUELA NACIONAL  
DE ARTES PLÁSTICAS  
XOCHIMILCO D.F.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

... a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: PATRICIA VÁZQUEZ

FECHA: 7 de Mayo 2002

EMAIL: varquezp

**. Gracias .**

A mis padres,

A mi hermano,

A todos y cada uno de mis amigos

(los de ayer, los de hoy, los de siempre, los de aquí, los de allá),

A Max... mi pequeño gran maestro,

A la vida... en todas sus múltiples y mágicas formas.

.....



# I n d i c e

*Introducción* ..... 3

*Justificación* ..... 9

*Marco Referencial* ..... 11

El desarrollo sostenible

El desafío de México

## CAPÍTULO 1

*El diseño gráfico como actividad económica* ..... 19

1.1 El diseño gráfico y su relación con la sociedad industrial y de consumo

1.2 El diseño gráfico y la imprenta

1.3 La conciencia crítica en el diseño gráfico

1.4 Ecodiseño

## CAPÍTULO 2

*El papel reciclado* ..... 31

2.1 El problema de los residuos sólidos

2.2 Deforestación y consumo de madera

2.3 La situación del reciclaje de papel

2.4 El proceso de producción del papel reciclado

2.5 Tipos de fibra reciclada

2.6 El problema de los papeles provenientes de oficinas

2.7 Fuentes de fibra alternas

2.8 Producción de papel virgen vs. papel reciclado, otras ventajas

2.9 Las confusiones en torno al papel reciclado

2.10 Etiquetado de papeles reciclados

2.11 Características de los papeles para escritura e impresión reciclados vs. los vírgenes

2.12 El diseñador gráfico y los papeles reciclados

2.13 Creando un producto reciclable

2.14 Los papeles reciclados en México

**CAPÍTULO 3**

**El papel blanco** ..... **63**

- 3.1 El cloro y los organoclorados
- 3.2 ¿Porqué son tan peligrosos los organoclorados?
- 3.3 Los efectos de los organoclorados
- 3.4 El impacto de los organoclorados en los seres humanos
- 3.5 Alternativas al uso del cloro en el blanqueo de papel
  - 3.5.1 Preblanqueo
  - 3.5.2 Elementally Chlorine Free
  - 3.5.3 Total Chlorine Free
  - 3.5.4 Otras alternativas
- 3.6 Iniciativas para reducir el uso de cloro y la producción de organoclorados en la industria
- 3.7 El diseñador gráfico y el papel libre de cloro
- 3.8 Los papeles libres de cloro en México

**CAPÍTULO 4**

**Las tintas** ..... **85**

- 4.1 Los pigmentos en las tintas
- 4.2 La nocividad de los metales pesados
- 4.3 El solvente en las tintas
- 4.4 Las tintas base soya
- 4.5 El diseñador gráfico y las tintas ecológicas
- 4.6 Las tintas ecológicas en México

**CAPÍTULO 5**

**La Imprenta** ..... **93**

- 5.1 Reducción de residuos y emisiones generados por las imprentas
- 5.2 Sustitución de materiales nocivos utilizados en las imprentas
- 5.3 Reciclaje y reuso
- 5.4 Manejo controlado de emisiones y residuos
- 5.5 El diseñador gráfico y la imprenta limpia
- 5.6 Imprentas ecológicas en México

**Conclusiones** ..... **107**

La responsabilidad del diseñador gráfico: Cerrando el ciclo.  
Cultura ecológica- Diseñador ecológico

**Bibliografía** ..... **113**



de los recursos que le ofrece el planeta para su subsistencia. Hasta antes de la Revolución Industrial la capacidad de transformación de los recursos de la naturaleza por parte de los seres humanos era aún limitada y sus efectos eran fácilmente absorbidos por el medio natural. Pero con el advenimiento de la mecanización de las actividades productivas y la aparición de la sociedad de mercado se dará el punto central de quiebre. El continuo deseo de incrementar la producción de bienes, para su comercialización en mercados cada vez más amplios, llevará a desarrollar tecnologías que muchas veces estarán en contradicción con la naturaleza. El crecimiento industrial y tecnológico, combinado con un incremento demográfico sin precedentes configuran un estadio del desarrollo humano que generará problemas ambientales que hoy en día alcanzan magnitudes globales. Tanto la explotación desorganizada de los recursos naturales como la contaminación generada por procesos industriales que no han tomado en cuenta sus efectos sobre el entorno nos han heredado un mundo en donde la búsqueda de ganancias a corto plazo se ha traducido en un problema ecológico de largo plazo. La economía crece y el medio ambiente se hunde.

La tecnología ha jugado un papel de vital importancia en esta dinámica. Nos ha proporcionado la capacidad de modificar y manipular los fenómenos naturales, a un grado no alcanzado antes en la historia, siendo el principal agente del progreso económico; pero también ha sido causante directa de la desestabilización del medio natural, poniendo en peligro la vida y la evolución. Paradójicamente, es también fuente de esperanza, pues de imprimírsele una nueva dirección, puede ofrecer soluciones para mejorar, recuperar y usar responsablemente los recursos naturales del planeta.

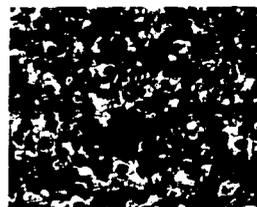
Como respuesta a esta preocupante situación, desde hace varias décadas gobiernos, industrias y sociedad civil se han organizado en diversas instituciones y grupos dedicados al estudio serio y a la difusión pública del problema, buscando despertar la conciencia en relación al mismo y la creación e implementación de soluciones que nos permitan, si no revertir, detener el deterioro ecológico. La protección del ambiente es hoy uno de los principales temas de discusión en reuniones



**ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN**  
Los científicos estiman que hasta el momento la cantidad de especies extintas se sitúa entre los quinientos mil y el millón de especies animales y vegetales.

#### EXPLOSIÓN DEMOGRÁFICA ▶

El incremento de la población ejerce presión sobre la disponibilidad de recursos naturales, en el empleo y los alimentos. De no controlarse las actuales tendencias de crecimiento, la población mundial podría triplicarse para el año 2100.



#### DESARROLLO SOCIAL Y POBREZA ▶

La brecha entre países ricos y pobres es cada vez más amplia y mientras la parte del ingreso entre el 20% más rico y el 20% más pobre de la población mundial era de 30 a uno en 1960, esta proporción se había incrementado de 61 a uno en 1991.



#### CALENTAMIENTO GLOBAL ▶

Los científicos creen que el crecimiento incontrolado de las emisiones de bióxido de carbono y otros gases pueden aumentar la temperatura global de dos a cinco grados centígrados, elevar los niveles marítimos de 30 a 100 centímetros y alterar el clima en forma significativa durante el presente siglo.



#### DEFORESTACIÓN ▶

Se han perdido ya tres de cuartas partes de los bosques templados y la mitad de los bosques tropicales del mundo. Los cálculos más recientes indican que la destrucción de los bosques tropicales oscila entre los 150 mil y los 200 mil kilómetros cuadrados anualmente.



#### RESIDUOS TÓXICOS ▶

La mitad de los 70 mil productos químicos que se elaboran actualmente se consideran tóxicos. La falta de información en este aspecto impide a los expertos hacer un cálculo de la situación mundial. Se estima que actualmente existen unas 200 mil toneladas de residuos radiactivos en almacenes temporales.



Los signos del agotamiento





internacionales, universidades, centros de investigación. En 1992 se realizó la llamada "Cumbre de la Tierra" en la cual los jefes de Estado de la mayoría de las naciones del mundo se reunieron para debatir las grandes cuestiones ambientales que aquejan a la humanidad. El desarrollo sostenible y su contenido muchas veces controvertido también se encuentra presente en todos los espacios en los que se discuten los temas ambientales. Por otro lado, el "movimiento ambientalista", iniciativa de la sociedad civil, toma cada vez más fuerza como impulsor en la proposición de soluciones, la concertación de acuerdos y la elevación del nivel de conciencia.

A pesar de todos estos esfuerzos, los resultados son poco alentadores y más bien hablan de la necesidad de tomar medidas cada vez más fuertes para alcanzar los objetivos de preservación ambiental y desarrollo sostenible. Según palabras del presidente del World Watch Institute, Christopher Flavin, "a diez años de la Cumbre de la Tierra en Río, aún estamos lejos de llegar al fin de la marginalización económica y ambiental que afecta a billones de personas".

Ante las dimensiones de estos problemas ecológicos, que como consecuencia última amenazan la supervivencia de todas las especies del planeta, incluida la especie humana; se está invitando, de manera cada vez más apremiante, a que todos los individuos y grupos hagan una revisión de la manera en la que sus actividades impactan sobre el ambiente. A través del desarrollo sostenible se está buscando encontrar un nuevo esquema de relación progreso-naturaleza que reformule la manera en la que usamos los recursos naturales del planeta, planteando como objetivo final la preservación del equilibrio en los mismos. El concepto de sostenibilidad se está extendiendo rápidamente, penetrando en cada vez más áreas productivas, lo que implica que a todos y cada uno de los que participamos en la dinámica económico-productiva nos llegará el turno, inevitablemente, de identificar los efectos que nuestro trabajo tiene sobre el proceso degenerativo al que hemos orillado a la naturaleza y trabajemos en la reformulación de nuestros esquemas de trabajo para minimizar dicho impacto y con miras a integrar el concepto de sostenibilidad a los mismos.

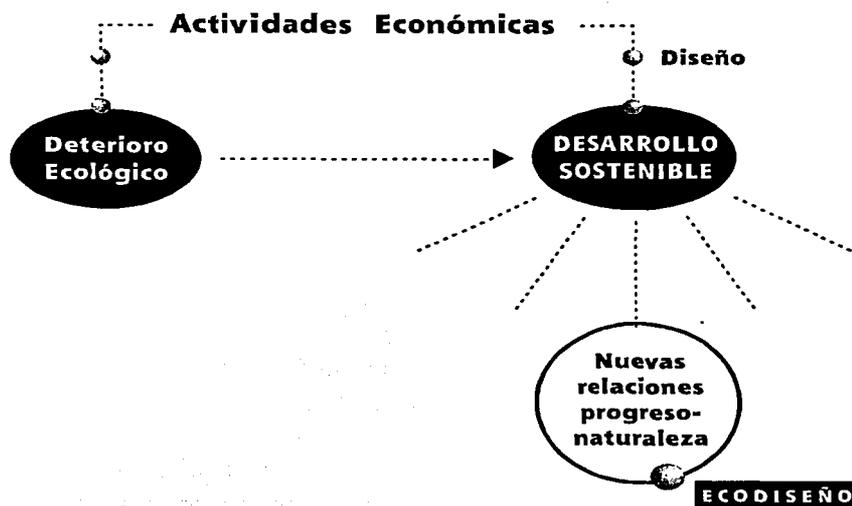
◀ ESCASEZ DE AGUA  
Cerca de mil 700 millones de personas (casi un tercio de la población mundial) no disponen de agua potable y se prevé que durante este siglo una cuarta parte de la población mundial sufrirá escasez crónica de agua.





Siendo así, el diseñador debe contar con la información adecuada para responder a estas exigencias.

Las investigaciones en relación al daño ambiental producido por algunos aspectos de la producción de papel, del uso de tintas no biodegradables y del desempeño ineficiente de las empresas de artes gráficas están bastante adelantadas en los llamados "países desarrollados". Resultaría interesante conocer cuál es el estado de estas cuestiones en México. Además, hasta ahora se han realizado pocos estudios que aborden el asunto desde una perspectiva que pueda ser de utilidad e interés para el diseñador gráfico. Espero que este trabajo contribuya a llenar al menos una parte de ese vacío.





LA COMISIÓN BRUNDTLAND



# Marco referencial

## El desarrollo sostenible

“A mediados del siglo XX vimos nuestro planeta por primera vez desde el espacio. Los historiadores descubrirán con el transcurso del tiempo que esta visión tuvo una repercusión más grande sobre el pensamiento que la revolución copernicana en el siglo XVI, que trastornó la imagen que el hombre tenía de sí mismo al revelar que la Tierra no es el centro del universo. Desde el espacio vemos una esfera pequeña y frágil, dominada no por la actividad y las obras humanas, sino por un conjunto de nieves, océanos, espacios verdes y tierras. La incapacidad humana de encuadrar sus actividades en ese conjunto está modificando fundamentalmente el sistema planetario. Muchas de estas modificaciones están acompañadas de riesgos que amenazan la vida. Esta nueva realidad, que es imposible eludir, debe ser reconocida - y dominada.”

Comisión Brundtland, NUESTRO FUTURO COMÚN

**L**a propuesta más concreta a la problemática del medio ambiente ha sido la creación del concepto de DESARROLLO SOSTENIBLE. A raíz del reconocimiento de que es imposible la continuación de los modelos de crecimiento económico seguidos hasta ahora sin poner al planeta en una situación de desequilibrio crítico, se han propuesto una serie de reformas económicas, políticas, fiscales y de relaciones internacionales integradas dentro de este proyecto.



a ultranza a medida que se va asumiendo hasta implantarse un único y verdadero compromiso con la naturaleza, explotando los recursos solo hasta el punto en el que puedan recuperarse naturalmente y reduciendo al mínimo los efectos adversos sobre la calidad de todos los elementos naturales (aire, agua, suelos, etc.)”<sup>11</sup> Sostenibilidad significa supervivencia natural, y por lo tanto, humana.

Los desequilibrios producidos por este patrón deficiente de desarrollo no son sólo ecológicos, sino también sociales. La protección de las especies y los ecosistemas y la aspiración a una industria eficiente en la utilización de recursos y en la emisión de contaminantes son cuestiones íntimamente ligadas a los problemas de población y recursos humanos, la seguridad alimenticia, la satisfacción de las necesidades básicas de la humanidad (alimentación, vivienda, empleo, salud), los desafíos urbanos. Actúan en una intrincada red de causas y efectos que nos exige atender tanto a unos como a los otros. El desarrollo sostenible reconoce esta dinámica, que está reflejada en sus objetivos decisivos:

- 1. Revitalizar el crecimiento**
- 2. Cambiar la calidad del crecimiento**
- 3. Satisfacer las necesidades esenciales de trabajo, alimentos, energía, agua, higiene**
- 4. Asegurar un nivel de población sostenible**
- 5. Conservar y acrecentar la base de recursos**
- 6. Reorientar la tecnología y controlar los riesgos y,**
- 7. Tener en cuenta el medio ambiente y la economía en la adopción de decisiones.**



México es un país privilegiado en su variedad biológica. Somos lo que se llama un país megadiverso, de enorme riqueza natural:

Segundo país en el mundo en tipos de ecosistemas.

Cuarto país en riqueza de especies.

Primer lugar en diversidad de reptiles

Segundo lugar en mamíferos

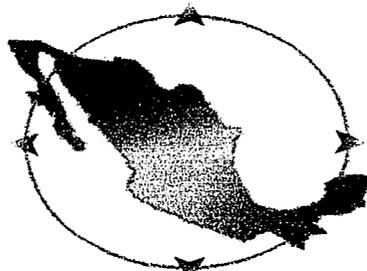
México presenta en su territorio casi todos los tipos de vegetación existente.

### RECURSOS

Además en México existen unas 500 especies de importancia pesquera, casi 600 especies que se utilizan para la reforestación y unas 4000 especies con propiedades medicinales registradas.

México tiene también 3000 años de historia y un mosaico cultural y étnico sumamente rico.

Nuestro país es líder en la producción y exportación de diversos productos: plata, celestita, miel, cemento, fluorita, arsénico, cadmio y otros.



La calidad del aire en las zonas urbanas es muy baja, excediendo los niveles tolerables en más del 70% de los días en los últimos años.

Prácticamente todos los cuerpos de agua importantes del país están contaminados.

60% del territorio nacional está en grado de erosión severa y el 10% de las tierras presenta salinización, tala clandestina e incendios forestales.

### DESAFÍOS

México posee una de las 15 áreas críticas amenazadas a nivel mundial, ubicada en el sur del país.

Se ha perdido cerca de la mitad de la superficie arbolada original.

20% de las especies que integran la biosfera mexicana están en peligro de extinción.

Hasta hoy 38 especies de vertebrados, 11 de plantas vasculares, 16 de agua dulce (13 de ellas endémicas) y 10 de aves se han extinguido.

Fuente: Estadísticas del Medio Ambiente 2000, INE, México y Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, CONABIO

La herencia ambiental del Siglo XX demuestra que el país enfrenta una severa degradación de su medio natural y altas tasas de sobreexplotación de los recursos naturales, que no hacen sino incrementarse a través del tiempo. Esta situación ha desembocado en un estado de crisis ecológica que, para ser superado, demanda un grado mayor de compromiso de todos los sectores de la sociedad.

El desafío consiste en elevar el nivel de vida de todos los habitantes, protegiendo al mismo tiempo la riqueza natural. No es una empresa sencilla, especialmente si consideramos que la población actual del país rebasa los 100 millones. Serán necesarias profundas reformas estructurales y para ello es condición indispensable un conocimiento

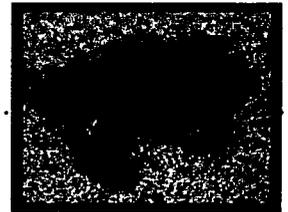
profundo del tema y la voluntad de todos los actores. Se cuenta también con una ventaja evidente: podemos evitar los errores que han cometido aquellos países que se encuentran en estados superiores de desarrollo y quienes son los principales responsables del estado de deterioro en el que se encuentra el planeta. Podemos aprovechar el conocimiento que dichas naciones tienen sobre el tema y profundizar en la búsqueda de soluciones que vayan de acuerdo con nuestra ideología y concepción del progreso.

En el ámbito gubernamental, el tema del medio ambiente se ha abordado institucionalmente desde hace un par de décadas. En el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 se establecen las directrices que rigen actualmente la política ambiental mexicana. En este programa,

“se asume plenamente la visión del México al que aspiramos en el año 2025, que postula un modelo de desarrollo en equilibrio con el medio ambiente que proporcione a los mexicanos una alta calidad de vida. Esto implica que en cada región y ciudad del país los mexicanos podamos vivir en un ambiente libre de contaminación, haciendo un uso racional de los recursos naturales y aprovechándolos de manera sostenida. Esto en el marco de una convivencia social y política democrática, apoyados por un gobierno eficiente”<sup>2</sup>.

A través de este programa se pretende básicamente detener todos los procesos y acciones que están contribuyendo a degradar la biosfera y agotar la riqueza natural del país; revertir las tasas de degradación ambiental y agotamiento de recursos para que, en el plazo más breve posible, éstas sean mínimas y eventualmente nulas; comenzar cuanto

<sup>2</sup> Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006, SEMARNAT, México



Al introducir la naturaleza como el elemento primordial (ahistórico, genérico, universal) que ha hecho que las diferentes culturas presentes en un territorio determinado se diferencien y distingan, estamos utilizando un criterio que logra iluminar la parte más oscura de la problemática contemporánea: la de la supervivencia amenazada



M

e

X

antes a restaurar aquellos ecosistemas que han sido severamente dañados y adoptar un tratamiento del tema medio ambiente más amplio que aquel que considera los aspectos puramente ecológicos por uno que tome en cuenta la sostenibilidad.

El sector industrial ha establecido compromisos y líneas de acción básicamente a través de sus Cámaras y Asociaciones. Existen regulaciones ambientales estrictas aplicables a todos los sectores industriales, sin embargo, debido al bajo nivel de conciencia entre el empresariado, a las graves deficiencias administrativas y a los altos costos que en muchos casos implica observar estas regulaciones, la mayor parte de las industrias del país siguen contaminando y haciendo un uso indiscriminado de los recursos naturales.

El factor que puede resultar el principal motor en la transformación de la situación que enfrentamos es el de la organización social. Existen más de 100 organismos no gubernamentales (ONG's) en México trabajando en la investigación científica, en la gestión ambiental, en la concientización, educación y defensa militante de la naturaleza amenazada; muchas de ellas apoyadas económicamente por agencias internacionales, sin embargo el nivel de conciencia en torno a asuntos ecológicos parecen ser aún muy bajo entre los ciudadanos. La educación es pieza clave en la implementación del cambio. En las escuelas ya se han incluido materias como "Ecología" dentro de los programas de estudio, sobre todo en los niveles básicos; pero aún hace falta estimular la capacitación de profesionales especializados en medio ambiente, desarrollo, conservación y demás temas relacionados. La sociedad civil debe reconocer su importancia lo antes posible. Sólo ella podrá impulsar



no sólo de la sociedad mexicana sino de la especie humana en su conjunto. Referir las culturas a la naturaleza es recobrar también la raíz de la existencia humana, lo cual renueva el olvidado interés por los orígenes de la sociedad y de la especie.

Víctor Manuel Toledo, México:  
Diversidad de Culturas



los cambios que hasta ahora han demorado tanto en ocurrir, modificando sus patrones de consumo y su relación con la naturaleza y exigiendo a los demás actores (gobiernos y empresas) el cumplimiento de los compromisos establecido con la naturaleza.

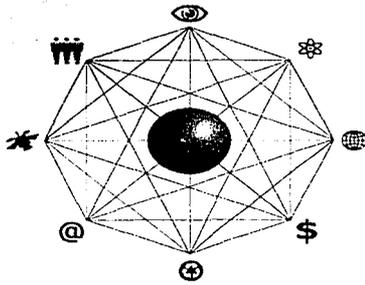
El mundo actual se enfrenta a una crisis ambiental sin precedentes. La explotación insostenible de los recursos naturales, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad son algunas de las principales amenazas que enfrentamos. Es urgente que todos los actores involucrados tomen conciencia de su responsabilidad y actúen de manera coordinada para enfrentar estos desafíos.

Una de las principales causas de esta crisis es el modelo de desarrollo basado en el crecimiento económico a cualquier costo. Este modelo ha llevado a la explotación excesiva de los recursos naturales y a la generación de residuos y contaminación. Es necesario que se adopte un modelo de desarrollo más sostenible que tenga en cuenta el bienestar de las generaciones futuras.

Para lograr un mundo más sostenible, es necesario que todos los actores involucrados tomen conciencia de su responsabilidad y actúen de manera coordinada. Los gobiernos deben implementar políticas que promuevan la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente. Las empresas deben adoptar prácticas más responsables y reducir su huella ambiental.

En conclusión, el mundo actual se enfrenta a una crisis ambiental sin precedentes. Es urgente que todos los actores involucrados tomen conciencia de su responsabilidad y actúen de manera coordinada para enfrentar estos desafíos. Solo así podremos asegurar un futuro más sostenible y saludable para todos.





## CAPITULO 1

# *El diseño gráfico como actividad económica*

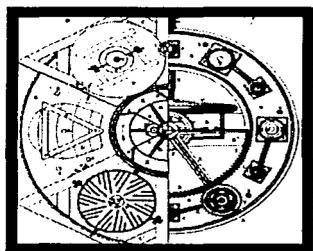
### 1.1 El **diseño gráfico** y su relación con la **sociedad industrial** y de consumo

**E**l diseño gráfico es una actividad intelectual, técnica y creativa involucrada no solamente con la producción de imágenes sino con el análisis, la organización y los métodos de presentación de soluciones visuales a los problemas de comunicación. La información y la comunicación son las bases de una vida interdependiente alrededor del mundo, ya sea en las esferas del intercambio económico, cultural o social. La tarea del diseñador gráfico es la de proveer las respuestas correctas a los problemas de comunicación visual de cualquier orden en cualquier sector de la sociedad.

En los últimos tiempos el diseño gráfico ha pasado a ocupar un papel protagónico. Si bien no podemos referirnos a su "nacimiento" como si se tratase de la aparición de un producto acabado, porque en realidad constituye un proceso de varias decenas de años, si podemos afirmar que es una disciplina joven y si analizamos su historia nos daremos cuenta de que su desarrollo ha estado íntimamente ligado a la evolución de la sociedad industrial y de mercado.

La mecanización de los sistemas productivos (consecuencia de la Revolución Industrial) da origen a un estadio económico caracterizado por la generación masiva y en serie de todo tipo de productos. Su diversificación y el continuo aumento de las capacidades de producción,

hace necesario para los productores la creación de mecanismos que permitan el posicionamiento de sus productos en las preferencias de los potenciales consumidores, que ayuden en la tarea de diferenciar un producto recién lanzado en un mercado cada vez más saturado por productos de la misma especie. Esta necesidad marca el inicio de la publicidad, a mediados del siglo XIX. Si bien no es la única razón del impulso que el diseño gráfico ha adquirido en los últimos siglos, gracias al aumento de la complejidad de la dinámica publicitaria y el desarrollo de nuevos vehículos para la promoción de los objetos de consumo (que hoy adquiere nuevo auge con la popularización de los medios electrónicos), el diseño gráfico ha ido ocupando un espacio (y una relevancia) cada vez mayor en la dinámica productiva, con la consecuente ampliación de sus posibilidades de acción.



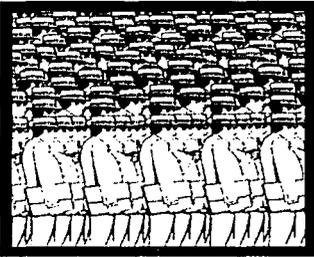
Por otro lado, el diseño gráfico se relaciona sinérgicamente con la economía de mercado. Ella le proporciona los motivos que lo hacen producir y a su vez el diseño alimenta y refuerza los mecanismos que son necesarios para la continuación y crecimiento de dicha economía. En palabras de Norberto Chaves: "El diseñador es un producto de la sociedad industrial y solo en la sociedad industrial tiene sentido... el haber elegido ser diseñador es un mero subproducto de un proceso socioeconómico... En otra sociedad, la propia idea de diseño sería absurda."<sup>3</sup> Las masas han sido señaladas también como el elemento social en torno al cual gira el diseño. Su aparición en la escena social es el principal factor que obliga a la industria a masificar su producción con mejoras tecnológicas, produciendo el abaratamiento de los productos e incrementando la importancia de la publicidad. Con ellas nace la sociedad de consumo y gracias a ellas se mantiene. Las masas recorren el mismo

camino que la industrialización, la urbanización y el diseño, todos ellos factores del mismo fenómeno sociocultural en recíproca dependencia<sup>4</sup>.

Como consecuencia de la consolidación y el crecimiento de la sociedad industrial, el campo de trabajo para el diseño gráfico es en nuestros días más amplio que nunca. Desde las actividades de diseño tradicionales (diseño editorial, museográfico, tipográfico, de logos y marcas, etc.) hasta aquellas de reciente aparición y relacionadas con las tecnologías informáticas (los soportes de comunicación multimedia e internet), el diseñador puede hoy escoger entre una variada gama de opciones de ejercicio, o bien combinar varias de acuerdo



¿Hacia dónde va el diseño?



a sus capacidades e intereses. El diseño gráfico es hoy una disciplina bien definida, que como cualquier otra transforma materiales, utiliza medios de producción y obtiene productos. A la luz de este hecho es que el diseño gráfico se sitúa como partícipe del proceso de deterioro ecológico que el planeta está experimentando, pues su ejercicio implica el consumo de recursos y la demanda de procesos que, de diversas maneras y en distinta medida, impactan al ambiente.

## 1.2 El diseño gráfico y la **imprensa**

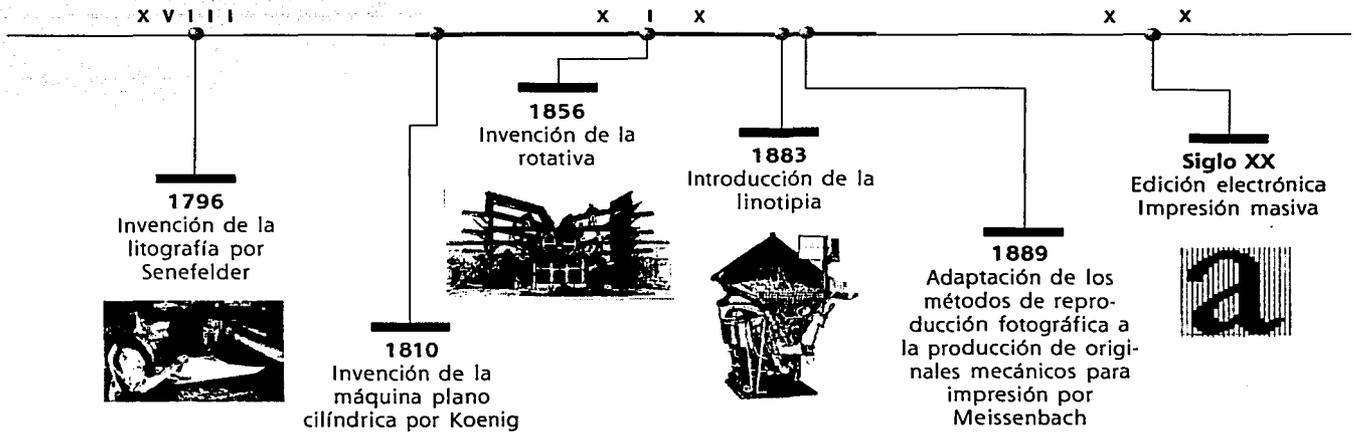
**E**l desarrollo de las tecnologías de impresión es otra consecuencia de la industrialización que se constituye como un factor determinante en la conformación y consolidación del diseño gráfico y que se relaciona directamente con el impulso que le dió a la publicidad.



La invención de la imprenta se atribuye a Johann Gutenberg, quién hacia 1440 desarrolla la imprenta de tipos móviles, cuya gran ventaja era la posibilidad de descomponer y reutilizar los mismos caracteres para otras composiciones, así como imprimir un gran número de copias idénticas en un corto tiempo. Cuando aparece la imprenta, desaparece el calígrafo y nace el impresor y/o tipógrafo quién al principio seguía todo el proceso de producción, ya que había que diseñar las letras, fabricar los punzones, grabar las matrices, fundir los tipos, imprimir con la prensa y elegir los papeles y tintas más adecuados. Al cabo de unas décadas, la producción aumenta y aparecieron especialistas, los primeros diseñadores de caracteres, los grabadores, los tipógrafos, los editores.

Durante los siguientes tres siglos la imprenta mantiene su forma original, a excepción de la introducción del método calcográfico, que hoy conocemos como huecograbado. El siguiente gran paso fue el descubrimiento de la impresión litográfica por Senefelder en 1796, que introduce dos novedades de gran importancia para la evolución del diseño gráfico: la impresión a varios colores con mayor facilidad que en la tipografía y la posibilidad de dibujar directa y libremente sobre la piedra, evitando así la dependencia contraída con los grabadores profesionales. Este descubrimiento da un especial impulso al diseño de cartel (ya que posibilita la impresión a gran formato) e inaugura una etapa de experimentación tipográfica sin precedentes.

El nacimiento del periódico (que algunos autores remontan al siglo XV<sup>5</sup>), gracias a que se hace posible la distribución de impresos mediante los



correos postales, ocasiona una profunda renovación en las técnicas de impresión pues la producción de los mismos demanda niveles de rapidez y velocidad que impulsan el desarrollo de estas características en las máquinas de impresión. Las materias primas, el papel y las tintas se adecúan constantemente, mientras la organización del trabajo se hace cada vez más compleja.

El siglo XIX constituye una época de grandes inventos que aceleran los procesos productivos en los sectores fundamentales de la actividad gráfica. Todo lo que se había ejecutado manualmente fue entonces mecanizado; la prensa fue sustituida por la máquina plano-cilíndrica, a partir de ella se desarrollan el método de impresión *offset* y la rotativa; a la composición manual se agrega, al terminar el siglo, la composición mecánica gracias a la invención de la linotipia. En 1881 Meissenbach desarrolla la trama reticulada, haciendo posible la introducción de la naciente técnica fotográfica para su reproducción en imprenta. La encuadernación también se mecaniza. Gracias a todos estos avances, las artes gráficas asumen todos los términos característicos del capitalismo, ya que nacen los grandes complejos y el trabajo se ve cada vez más dividido.

En los primeros años lo que importaba era producir en gran cantidad para un público que no tenía aún capacidad para apreciar específicos

valores estéticos. La figura del diseñador gráfico comienza a tomar forma gracias a evolución de todas estas tecnologías (que abren insospechadas oportunidades de experimentación gráfica y que requieren una especialización cada vez mayor del personal involucrado) y a la toma de conciencia de la necesidad de embellecer el espacio gráfico, en gran medida producto de las demandas de la creciente actividad publicitaria. El diseño de todo tipo de materiales impresos es una de las áreas de trabajo en las que el diseñador gráfico goza de más antigüedad y reconocimiento. Desde hace varias décadas las labores del diseñador y las del impresor están totalmente diferenciadas, pero mantienen una estrecha relación. En la producción de todo tipo de materiales impresos, el diseñador gráfico juega un rol fundamental pues actúa como puente entre su conceptualización y su materialización. Procura que cumplan su función comunicativa y/o informativa, define sus características gráficas y visuales y les da un valor estético. Pero por otro lado, el diseñador también cumple una función directiva, pues además de proyectar su obra, dirige o supervisa la realización de ésta<sup>6</sup>. Esto se cumple principalmente en el ejercicio del diseño gráfico como *freelance*. El diseñador es responsable del seguimiento de la producción de su diseño y debe tener control sobre los procesos y materiales involucrados en ello, a fin de obtener el resultado proyectado.

Gracias a la inserción de las tecnologías informáticas en las artes gráficas, hoy en día la economía, la facilidad y la rapidez en la reproducción de materiales impresos alcanza niveles extraordinarios. Revistas, folletos, periódicos, catálogos, libros, encontramos materiales impresos en todo lugar y a toda hora. Los productos del diseño gráfico son parte de nuestra vida cotidiana, de nuestro entorno. En su realización se consumen grandes cantidades de papel y tintas e innumerables horas de trabajo en la imprenta. Estos materiales y procesos tienen también un efecto adverso sobre el medio ambiente que ha sido estudiado desde hace varias décadas y las alternativas que permiten la producción de impresos de la manera más limpia posible están disponibles actualmente. Los diseñadores gráficos, como principales proyectadores de materiales impresos, tenemos la posibilidad de minimizar los efectos ecológicos que la producción y utilización de papel, tintas y métodos de impresión producen aprovechando las alternativas ecológicas disponibles.

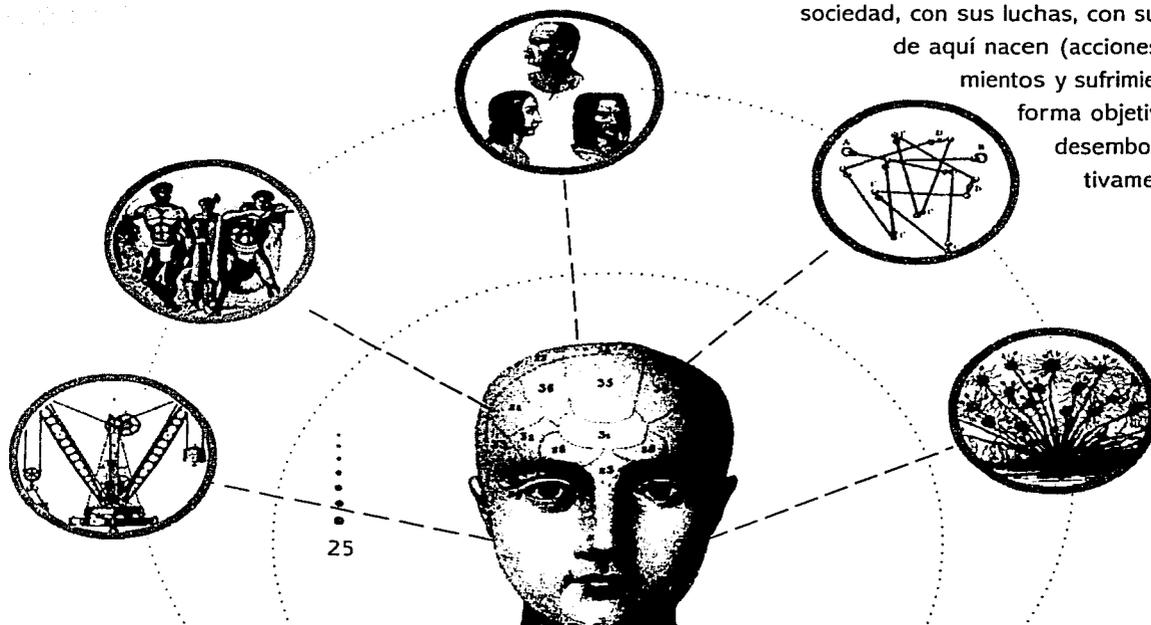
6 Acha, Juan; INTRODUCCION A LA TEORÍA DE LOS DISEÑOS.

7 Cruz Verónica; EL DISEÑO GRÁFICO EN LOS PROGRAMAS DE COMUNICACIÓN AMBIENTAL; p 13

### 1.3 La conciencia crítica en el diseño gráfico

**N**o podemos negar que "el momento en el que nos encontramos así como el espacio que ocupamos, las funciones que desempeñamos, las oportunidades que tenemos, nuestra historia, etc. no son sino un esquema de relaciones con otros momentos, espacios e historias"<sup>7</sup>. Nuestra realidad es una complicada red de relaciones causa-efecto, en la que todas y cada una de nuestras acciones tendrán alguna consecuencia sobre el panorama global. Las relaciones económico-sociales funcionan bajo el mismo esquema. Y es por ello, que en el marco de la reflexión acerca del desequilibrio en el que se hallan las fuerzas naturales -y que amenazan la supervivencia de la misma especie humana- se invite, con cierta urgencia, a todos los grupos e individuos a reflexionar sobre la manera en que se relacionan no sólo sus acciones, sino incluso sus decisiones y actitudes, con las problemáticas que enfrentamos actualmente como sociedad (no sólo en lo que concierne a nuestras relaciones con la naturaleza sino también entre nosotros mismos). Como diría Lúkcacs:

"toda acción, todo pensamiento y todo sentimiento del hombre -tanto si lo quiere o no, tanto si quiere saberlo o esconderse de ello- está inseparablemente entretelado con la vida de la sociedad, con sus luchas, con su política, de aquí nacen (acciones, pensamientos y sufrimientos) de forma objetiva y aquí desembocan objetivamente"<sup>8</sup>.





intervienen en el diseño y que deja cada vez menos espacio para la reflexión están desvirtuando los objetivos reales de la creación de un producto gráfico y desviando la atención de la responsabilidad ética y social del diseño. Citando a Jorge Frascara:

“El diseño, en gran medida, está movido por el mercado, y existe el peligro de que la economía de mercado destruya el hábitat humano. Este proceso no se detendrá si la industria y el diseño continúan siendo actividades exclusivamente reactivas, movidas por el mercado. Los diseñadores deben reconocer las situaciones sociales en que trabajan y a las que contribuyen, y tomar posiciones conscientes para definir el futuro de la profesión. Para que esto suceda, deberán en cierto modo cambiar su rol, desarrollar nuevas herramientas, integrarse en grupos interdisciplinarios, iniciar proyectos y actividades, generar nueva información y diseminarla. Este proceso extenderá la base de conocimientos de la profesión y permitirá que más diseñadores se ocupen de proyectos socialmente importantes. Como resultado se puede esperar un fortalecimiento de la importancia de la profesión para la sociedad, una apertura de nuevas oportunidades de trabajo y un alza del valor percibido de la profesión”<sup>10</sup>.

En el marco de una revisión de la práctica de nuestra disciplina, que retome los componentes teóricos y éticos de la misma y que nos permita enfrentar la vertiginosidad de los cambios que están ocurriendo en nuestro entorno, se revela como una de las cuestiones más importantes a considerar el desequilibrio ecológico y las transformaciones que implica en el desempeño de todas las actividades productivas.

## 1.4 Ecodiseño



Desde hace algunos años profesionales de distintas áreas del diseño se han agrupado para darle forma a un movimiento que funcione como foro de discusión y planteamiento de alternativas en respuesta a los problemas no sólo ecológicos, sino también sociales y económicos que estamos enfrentando actualmente: el comúnmente denominado Ecodiseño o Diseño Ecológico.

Los diseñadores industriales y los arquitectónicos son quienes han hecho las mayores aportaciones a este movimiento, debido a su relación directa con las tecnologías y materiales, pero sus planteamientos son totalmente aplicables al diseño gráfico. El ecodiseño no es sólo una exposición de ideas, ha sido materializado ya en un sinfín de proyectos en los que en palabras de un entusiasta del movimiento: "el ambiente se transforma en el copiloto en el desarrollo de un producto". El ecodiseño plantea una nueva concepción del acto de diseñar, en el que el conjunto convencional de valores relativos al diseño es superado, expandiéndose hacia áreas que antes no se hubiera pensado tuvieran relación con ello: la biología, la filosofía, la química, la física, la economía. El acto de diseñar se convierte en una operación transdisciplinaria, incluyente, en la que los productos se consideran no como elementos aislados, sino como parte de un sistema y tampoco son percibidos como objetos que tienen un principio y un fin, sino como parte de un proceso de transformación continua de la materia cuyos efectos deben ser controlados. Tomando como punto de partida la definición del desarrollo sostenible, la misión del ecodiseño se define como "diseñar para satisfacer las necesidades humanas mientras se preserva la salud de la vida en el planeta".

Distinguimos tres conceptos fundamentales en el ecodiseño: conectividad, sostenibilidad y desmaterialización.



**Conectividad** como el reconocimiento de que no actuamos solos, de que nos desenvolvemos en un sistema delicadamente entretejido, del cual dependemos y al cual a la vez influenciamos; y en el que, como aprendimos de la Teoría del Caos, pequeños y aparentemente inconexos eventos pueden provocar cambios a gran escala, en espacio, tiempo y magnitud\*.



**Sostenibilidad** como la línea directora de nuestras actividades proyectuales. El buen diseño salva recursos, salva dinero, salva lágrimas, salva vidas y sin duda alguna ayuda en la tarea de salvar los ecosistemas del planeta. El buen diseño, además, busca

\*El "efecto mariposa" (llamado así, medio en broma, por la afirmación de que una mariposa aleteando hoy en Pekín puede originar una tormenta en Nueva York el mes que viene) fue descubierto a principios de los años sesenta por el meteorólogo Edward Lorenz y plantea que cambios minúsculos en el estado inicial de un sistema conducirán con el tiempo a consecuencias en gran escala. La publicación de la investigaciones de Lorenz en 1963 marcó el inicio del desarrollo de la Teoría del Caos.

que la calidad de vida, la salud, la riqueza (material, espiritual y natural) no sean patrimonio exclusivo de unos cuantos, ni sólo de los presentes, sino de todos y también de los que vienen. El buen diseño se justifica a sí mismo por su uso inteligente de recursos y energía, por su integración a un sistema de objetos armonioso, en el que todo pertenece a un ciclo y puede reintegrarse al mismo o saltar hacia otro.



**Desmaterialización.** Vivimos una época excepcional en la historia humana. La mente está sustituyendo a la materia como el más alto valor. Lo que compramos no es más el objeto en sí mismo, sino lo que hace por nosotros, lo que representa para nosotros. Al mismo tiempo, los objetos se están volviendo lo más ligero y pequeño posibles y estamos explorando mundos virtuales. Lleno aún más lejos surge la pregunta ¿de todos los objetos que producimos y que en gran medida son culpables del desequilibrio que estamos experimentando, cuáles de ellos son realmente necesarios? La desmaterialización, más que un concepto terminado, representa una interrogante y un punto de reflexión para el ecodiseño.

Desde el punto de vista práctico, el ecodiseño reconoce la necesidad de prepararnos para los cambios que se avecinan. La demanda por parte de empresas y consumidores, de productos cada vez más seguros, limpios y saludables no hace sino incrementarse. El aprovechamiento de esta oportunidad implica la reformulación de los productos a partir del diseño mismo y la actuación proactiva a todo lo largo de su ciclo de vida, desde la obtención de materias primas hasta su reintegración al ciclo de vida mismo, al final de su vida útil. Es evidente que los diseñadores (de todas las áreas) son figuras claves en este proceso y que la manera en que hoy conciben su trabajo es demasiado estrecha para hacer frente a estas exigencias. La locomotora del cambio avanza, firme e inevitablemente, y los diseñadores tenemos que prepararnos si es que queremos abordarla, o bien podemos dejar que pase sobre nosotros.

Distintos gobiernos y empresas han comenzado a reconocer la necesidad de apoyar las iniciativas de desarrollo de materiales y tecnologías limpias para la impresión. Muchos de ellos están exigiendo que sus productos impresos hagan uso de estas alternativas, y el diseñador, como integrante clave de este proceso, debe estar preparado para hacer frente a tales requerimientos. El usar materiales y tecnologías ecológicas tiene para las empresas importantes beneficios a nivel de imagen, y al mismo tiempo los mensajes acerca del uso de estas alternativas en los empaques y publicaciones contribuye a crear conciencia ecológica entre los consumidores. Hay que enfatizar la relevancia de este último punto, ya que el poner a disposición del público la información acerca del impacto ambiental del producto que está consumiendo, desde la extracción de materia prima hasta el empaque y su descarte, puede significar una valiosa contribución a la formación de un consumidor informado, educado y consciente de las consecuencias de sus decisiones de compra.



Nature's Path, fabricante de alimentos, utiliza cartón reciclado para sus empaques y tintas base vegetal para la impresión de los mismos.



Manufactured by:  
Traditional Medicinals®  
4515 Ross Road  
Sebastopol, CA 95472  
www.TraditionalMedicinals.com®

♻️ Printed on 100% recycled paper board (at least 55% verified post-consumer waste)  
©2001 010310\_FOSM190301

Ethen fabrica productos para limpieza personal de origen natural y utiliza cartón 100% reciclado para el empaque de los mismos.

Traditional Medicinals fabrica una gran variedad de tés de origen natural utiliza cartón 100% reciclado con 55% contenido postconsumo para el empaque de los mismos.

**Good Earth® ORIGINAL™**

Box made from Recyclable fiber  
Tea Bag made from Non-Bleached paper.

Good Earth, empresa fabricante de alimentos orgánicos, utiliza cartón reciclado para el empaque de sus productos y papel sin blanquear para sus bolsas de té.

COMISSION PARA LA COOPERACION AMBIENTAL  
193, rue St-Jacques Ouest, bureau 200  
Montréal (Québec) Canada H2Y 1N9  
Tel: (514) 350-4300 Fax: (514) 350-4314

<http://www.ccc.org>

ISBN 2-922305-14-7

© Comisión para la Cooperación Ambiental, 1997

Dépôt légal-Bibliothèque nationale du Québec, 1997

Dépôt légal-Bibliothèque nationale du Canada, 1997

Disponible en français/Available in English

Papel: 50 por ciento reciclado con 10 por ciento de contenido post consumo/ Sin recubierta ni sustancias cloradas  
Tinta: Vegetal, sin sustancias cloradas o metales pesados  
Solventes: Sin alcohol isopropílico/ Menos de 1 por ciento de compuestos orgánicos volátiles  
Lavado de prensas: Se usaron productos de limpieza bajos en compuestos orgánicos volátiles  
Diseño y formación: Desjardins Bibeau  
Impreso en Canada

La Comisión para la Cooperación Ambiental, organismo creado a partir de la implementación del TLC y que involucra a los gobiernos de México, Canadá y los Estados Unidos, emite cada año decenas de publicaciones con temática ambiental, y todas ellas son producidas en papel reciclado, libre de cloro y con tecnologías limpias de impresión.

LEAD NEWS IS PRINTED BY THE BEACON PRESS USING RIPSITIVE TECHNOLOGY ON A WATERLESS PRESS WHICH SAVES APPROXIMATELY 30,000 LITRES OF WATER A YEAR AND USES NO INDUSTRIAL ALCOHOL. THE PAPER USED IS CYCLE OFFSET WHICH IS PRODUCED USING 100% POST-CONSUMER WASTE.

Otra publicación con temática ambiental, Lead News, impresa con tecnología PurePrint, que ahorra 30 000 litros de agua

al año y no hace uso de solventes. El papel es 100% de fibra reciclada postconsumo.



## CAPITULO 2

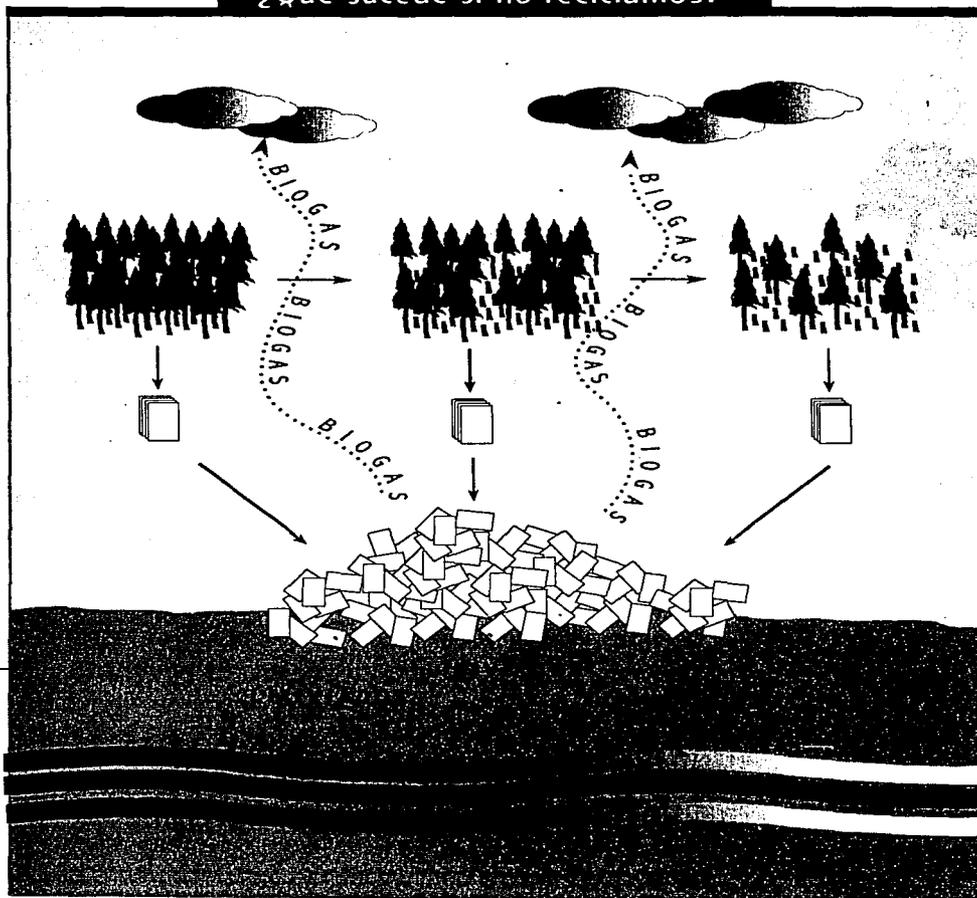
# *El papel reciclado*

**"Se matan tan buenos árboles para imprimir tan malos periódicos"**

James G. Watt

**L**a mayor parte de los objetos que hoy nos rodean comparten una característica en común: su descartabilidad. Están hechos para cumplir un ciclo de vida útil muy breve, después del cual son "descartados". Sin embargo, nada es descartable, todo lo que se pretende eliminar vuelve, de una manera u otra al medio de donde fue extraído. El hecho es que, todas las actividades que van desde la extracción de la materia prima para fabricar el objeto, hasta su dispersión en la corteza terrestre forman parte de un ciclo, que se superpone con los ciclos naturales, alterándolos en distinta medida. Para aliviar el efecto que el "descarte masivo", característico de nuestra época, ha tenido sobre la biosfera se preconiza hoy el reuso o reciclado de los objetos, muchas veces como una novedad y con fines comerciales. El reciclaje ha sido una actividad humana desde los orígenes de la civilización, pero debido a los desafíos ambientales que hoy enfrentamos, se hace urgente la necesidad de integrar el reciclaje como elemento fundamental al ciclo de producción habitual, para aliviar la presión que sobre los recursos naturales del planeta ejerce la excesiva demanda de materias primas y los problemas generados por la disposición de los desechos en los depósitos de basura. Casi todos los materiales que hoy utilizamos pueden ser reciclados y de entre ellos, el papel es de los que más antiguamente ha sido sujeto de reciclaje.

¿Qué sucede si no reciclamos?



MAYOR  
CONTAMINACIÓN  
ATMOSFÉRICA



MAYOR  
CONTAMINACIÓN  
DEL AGUA



MAYOR CONSUMO  
DE ENERGÍA



MAYOR CONSUMO  
DE AGUA

La manera de producir papel es básicamente la misma que se ha usado siempre - fibras sumergidas en agua y coladas en una película fina y después secadas bajo presión y calor-. Sin embargo, hoy se utilizan máquinas modernas que en un proceso continuo pueden producir enormes cantidades de papel. Hasta mediados del siglo XIX el algodón, el lino y el cáñamo proveían las fibras necesarias para la fabricación de papel. El descubrimiento de la madera como un recurso abundante, confiable y barato para proveer de fibra a la industria del papel significó un cambio revolucionario y es a partir de este hecho que la producción masiva de papel se hace posible. Durante casi un siglo la madera fue vista como un recurso inagotable para satisfacer la creciente demanda de papel, sin embargo, hoy es evidente que la madera no es un recurso infinitamente renovable y que de no modificar la manera en que actualmente se produce el papel, la presión sobre las áreas forestales y el desperdicio de las cantidades crecientes de papel desechadas diariamente amenazan con volverse un problema ambiental de gravísimas consecuencias. Ante esta situación, resulta paradójico que al mismo tiempo que la demanda de fibra para la industria del papel amenaza con poner en peligro la permanencia de los bosques, toneladas de papel que podrían ser rescatadas como materia prima se acumulen en cantidades cada vez mayores en los depósitos de basura.

Es una necesidad de carácter tanto ético como económico aumentar los índices de reciclaje del papel. Esfuerzos se han hecho, por parte de las industrias y gobiernos, pero no existirán avances significativos hasta que no se cierre el círculo a través de una demanda estable de papel reciclado.

El reciclaje de papel puede jugar un rol central en la administración de nuestros problemas ambientales. Además de conservar recursos naturales y ayudar a reducir nuestros problemas de disposición de residuos sólidos, existen otros beneficios. Está demostrado que el consumo de energía, agua y sustancias químicas, así como la emisión de contaminantes es mucho menor cuando se utiliza fibra reciclada que cuando se usa fibra virgen. Los costos de recolección y almacenaje de residuos (que están alcanzando cifras estratosféricas actualmente) pueden utilizarse para programas eficientes de reciclaje, donde se generen fuentes de trabajo y se realice un trabajo de sensibilización de la población, evitando

al mismo tiempo los riesgos de contaminación que implica la retención de los residuos en lugares que, en la mayor parte de los casos, no cumplen con las exigencias de seguridad establecidas.

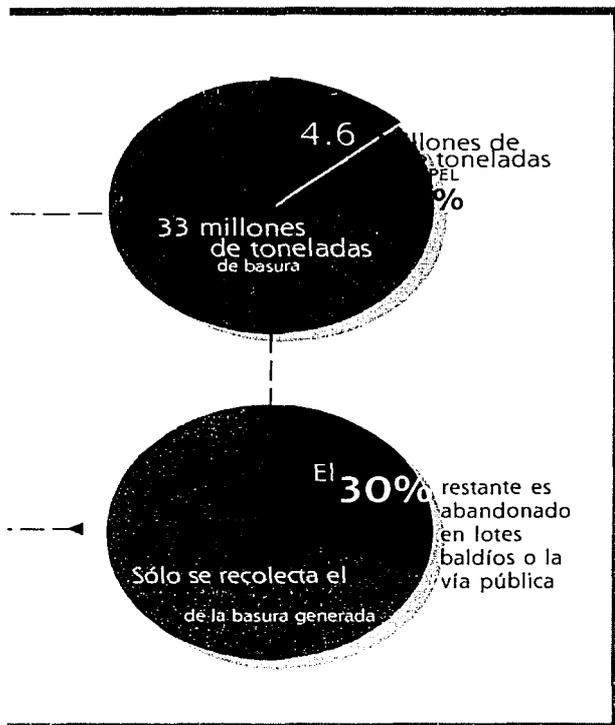
## 2.1. El problema de los **residuos sólidos**

El papel, en sus diferentes categorías, es uno de los componentes más importantes, tanto por peso como por volumen, de los residuos sólidos generados en México. Según el último estudio realizado, correspondiente a 1999, los mexicanos generamos alrededor de 30 millones de toneladas de residuos sólidos cada año. De estos, el 14 % (un poco más de 4 millones de toneladas) corresponde a papeles y cartones. No existen cifras relativas a la proporción que cada una de las categorías de papel guardan dentro del 14% general, pero de acuerdo a las cifras de producción y consumo podemos deducir que los papeles para escritura e impresión conformarían al menos un tercio de este porcentaje. Esto quiere decir que los papeles utilizados mayormente en los productos del diseño gráfico, los de escritura e impresión para libros, revistas, catálogos, folletos, etc, conforman la categoría de papel más numerosa entre los residuos sólidos. Estos números han aumentado sostenidamente, en solo seis años (de 1992 a 1998) la producción de papel creció en un 12% y la generación de desechos sólidos en un 45%, manteniéndose estable la proporción de 14% para papel y cartón.

La ausencia de incentivos para el reciclaje, no solo del papel sino de todos los materiales desechados está ocasionando que la falta de espacios y métodos adecuados para su disposición después de que han cumplido su ciclo de vida útil se convierta en un problema que esté alcanzando preocupantes consecuencias ambientales y económicas. El sistema de recolección de basura del país es insuficiente, sólo se recolectan el 70% de los residuos generados y el 30% restante se queda

### El problema de la basura en México





en lotes baldíos, en el sistema de drenaje o en la vía pública. Del total de residuos sólidos recolectados el 52% es dispuesto en rellenos de tierra controlados (rellenos sanitarios) y el 47.33% es prácticamente abandonado en rellenos no controlados y tiraderos a cielo abierto (la mayoría de ellos clandestinos). Una mínima parte es reciclada, sólo el 0.7%.

Tanto los rellenos controlados, como los que no lo están, causan problemas ambientales que afectan el suelo, el agua y el aire: la capa vegetal originaria de la zona desaparece, hay erosión en el suelo y se contamina a la atmósfera con materiales inertes y microorganismos. Con el tiempo, los residuos se irán descomponiendo y darán lugar a nuevos componentes químicos que provocarán la contaminación del medio y una pérdida mayor de las propiedades originales del suelo. Estos nuevos componentes son principalmente los biogases y los lixiviados.

La formación de biogases se da gracias a la acción de hongos, bacterias aeróbicas, la humedad en el ambiente y el calor, que originan la fermentación de los residuos, que en diversas etapas generará bióxido de carbono, amoníaco, metano, etano, propano, fosfina, ácido sulfhídrico, nitrógeno y óxidos nitrosos, todos compuestos altamente tóxicos para la vegetación y otros organismos.

Los lixiviados son líquidos que al penetrar las capas del suelo u otro material sólido permeable, van disolviéndolo en su totalidad o alguno de sus componentes. Los lixiviados pueden presentar un movimiento horizontal, lo que significa que se desplazan a lo largo del terreno, o vertical, que penetre el subsuelo y alcance los mantos freáticos y acuíferos, causando graves problemas de contaminación del agua subterránea, principal fuente de abastecimiento en nuestra ciudad. En los lixiviados está presente un alto contenido de metales pesados, como cadmio, cromo, cobre, hierro, plomo y zinc, cuyas concentraciones generalmente rebasan los límites de toxicidad. Es muy probable que compuestos organoclorados

sumamente tóxicos, que los papeles blanqueados con cloro desprenden, formen parte de estos lixiviados\*.

Actualmente sólo los rellenos sanitarios para residuos peligrosos son regulados en México. Todavía no hay estándares para la operación y construcción de instalaciones municipales para la disposición de residuos sólidos. Existen iniciativas, pero aún no se adoptan las normas que regularán el diseño y la construcción de rellenos sanitarios y requerirán que las nuevas instalaciones sean construidas con forros impermeables y sistemas de drenaje, de monitoreo de lixiviados y de extracción. Entretanto sólo el 17% de los rellenos sanitarios están actualmente equipados con forros sintéticos para prevenir la contaminación del agua subterránea y con sistemas de ventilación que permitan que el biogas del proceso de descomposición natural de los desechos escape en forma controlada. Resulta contradictorio que, siendo el biogas un recurso de energía alternativo, se le esté dejando escapar en grandes cantidades como contaminante de los depósitos de basura.

En México, antes de que la basura sea colocada en los depósitos, es convenientemente seleccionada por los pepenadores, personas dedicadas a separar la basura para seleccionar lo que pueden vender. Los pepenadores están expuestos a los tipos de contaminación antes descritos y realizan su trabajo de forma poco higiénica y sin protección alguna, pues no emplean guantes, calzado especial, ni mascarillas para protegerse del contacto directo con los desechos.

Las crecientes cantidades de papel acumuladas diariamente en los depósitos de basura no hacen sino contribuir a los problemas antes descritos. Es evidente que en el estado de cosas actual se está desperdiciando una gran cantidad de materia prima que, de ser procesada adecuadamente, podría suplir en cantidades considerables a la fibra virgen utilizada en la industria del papel.

## 2.2 Deforestación y consumo de **madera**

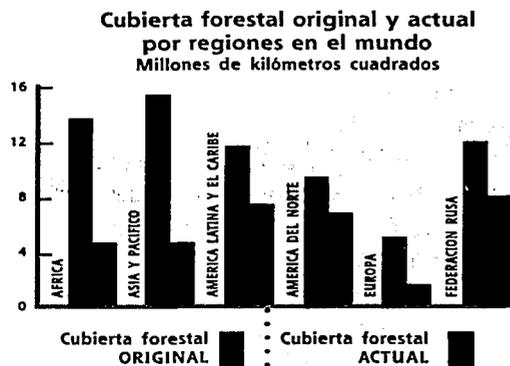
Para la fabricación de una tonelada de papel se consume la madera de entre 10 y 17 árboles, provenientes principalmente de cultivos administrados para este uso. Sin embargo, se calcula que el 17% de la

\* El capítulo 3 de esta tesis hace una explicación detallada de los efectos sobre el ambiente de los organoclorados producidos durante el proceso de blanqueo de papel con cloro.

madera utilizada por la industria papelera mundial aún proviene de bosques nativos.

Los fabricantes de papel generalmente se defienden argumentando que su consumo de madera no tiene que ver con la deforestación, pues se proveen básicamente de las enormes "granjas de árboles" destinadas exclusivamente a abastecer de materia prima a la industria papelera. Sin embargo, estas granjas también tienen efectos ambientales adversos. En los países en desarrollo muchas de las tierras ocupadas para estos plantíos son arrancadas a las comunidades locales. Estas plantaciones son realizadas con base en el monocultivo, de una sola especie de rápido crecimiento, muchas veces modificada genéticamente para tal propósito, que generalmente es una especie exótica que termina invadiendo y dañando seriamente los bosques nativos de los alrededores, además de producir el agotamiento de la capacidad productiva del suelo. En sus operaciones se utilizan grandes cantidades de herbicidas, insecticidas y fertilizantes que contaminan los depósitos de agua cercanos. El énfasis en plantaciones de una sola especie afecta seriamente la biodiversidad y el equilibrio ecológico de la zona, mientras hace a los mismos árboles vulnerables a una gran variedad de enfermedades y ataques de plagas. A mediano y largo plazo, las tierras en las cuales están asentados estos cultivos perderán su fertilidad y será necesario reemplazarlas por otras.

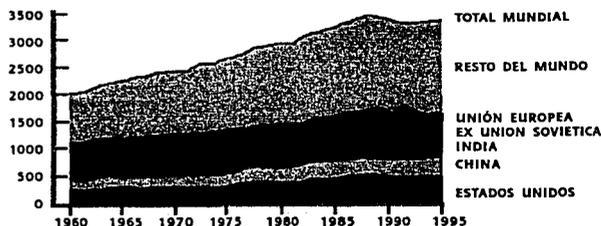
De continuarse la tendencia actual al aumento consuntivo de papel, sobre todo en países emergentes, como China, que con sus 1000 millones de habitantes aumenta su consumo de papel en un 5% anual, se pone en riesgo la invasión de tierras de bosque natural para satisfacer la demanda creciente de materia prima para la producción de papel, a menos que se realicen esfuerzos serios para aumentar los niveles de reciclaje en todos los países. En las naciones del norte, gracias a la acelerada industrialización, los bosques han sido consumidos a ritmos despiadados, al grado que en el centro de Europa se habla de la desaparición de los bosques naturales desde la Edad Media. Al no poder satisfacer la demanda interna de fibra generada por su alto consumo, los países desarrollados están volviendo su atención a los enormes recursos forestales de los países en vías de desarrollo. China y Latinoamérica han sido ya calificadas como "grandes reservas de fibra". La jungla tailandesa está siendo



Entre 1970 y 1995, la cubierta forestal natural del planeta se redujo en un 10%, de cerca de 35 millones de km<sup>2</sup> a cerca de 32 millones de km<sup>2</sup>. En total, solamente queda alrededor de la mitad de la cubierta forestal original del planeta.

Desde 1960 el consumo mundial de madera ha aumentado en un 66%. En 1996, el consumo mundial de leña, madera en rollo, pasta y papel fue de cerca de 3400 millones de m<sup>3</sup>. El elevado consumo de madera y papel es una de las razones por la cual los bosques están disminuyendo en tamaño y calidad biológica.

Producción mundial de madera por país o región  
Millones de metros cúbicos por año



intencionalmente deforestada para instituir plantíos de eucalipto, la principal especie cultivada con fines papeleros. Lo mismo está planeado para la isla de Java, Borneo, Indonesia y en Papúa Nueva Guinea. Grandes extensiones de los bosques que cubren los territorios sur de Argentina y Chile ya han sido concesionados para la extracción de madera para papel y otras industrias.

En México los niveles de deforestación alcanzan la alarmante cifra de 95% para los bosques húmedos y 50% para los bosques templados, y si bien la demanda de madera para la industria papelera no es su principal causante, estas cifras nos hablan de la necesidad de vigilar cuidadosamente cualquier práctica que tenga que ver con la explotación de nuestros recursos forestales. Si cada año se producen en México

aproximadamente 3 millones de toneladas de papel, de producirse con pulpa virgen significarían el consumo de entre 30 y 51 millones de árboles, lo que representa una presión latente sobre nuestros bosques. Para aliviar dicha presión y crear oportunidades para un manejo más eficiente de nuestras áreas forestales, es indispensable instituir el reciclaje del papel de una manera definitiva.

### 2.3 La situación del **reciclaje** de papel

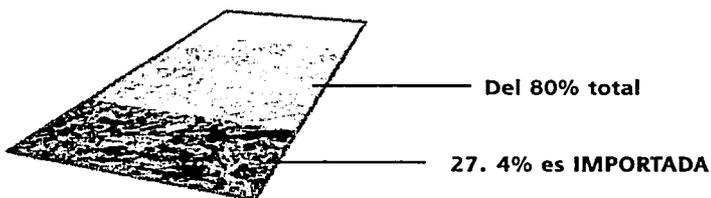
A nivel mundial, se están realizando esfuerzos cada vez más serios orientados a aumentar la proporción de materias primas recicladas en todas las industrias. En la producción de papel el reciclaje ha sido práctica común desde hace varias décadas. Ante el cambio de paradigma en el desarrollo industrial, que incluye los asuntos ambientales como reguladores de los procesos productivos, la recuperación de materia prima está siendo sujeto de regulaciones, acuerdos internacionales e investigaciones, tendientes a incrementar sus índices. Hablando en términos de la recuperación de papel del flujo de residuos sólidos municipales (provenientes básicamente de oficinas y hogares), Estados Unidos recicla al menos un 26 % del papel que genera y la American Forest and Paper Association se ha planteado como meta la recuperación del 50% de los desechos de papel para el año 2002. La Unión Europea recién estableció el compromiso de alcanzar un nivel de 56% de reciclaje del papel para el año 2005. Según la SEMARNAT, en México sólo se recicla el 2.1% por ciento del papel recolectado.

Esta cifra contrasta notablemente con el porcentaje de utilización de materia prima secundaria reportado por las industrias de la celulosa y el papel mexicanas, que con un 80% ubica a nuestro país como en el segundo lugar en esta categoría, solo después de Malasia. Lo que sucede es que la industria papelera ha organizado sus propios sistemas de recolección de papel, a través de centros de acopio y empresas que se dedican a recoger el papel de lugares donde se genera en grandes cantidades, en especial de empresas transformadoras de papel (en sobres, bolsas, etc.) y supermercados, lo que significa que no están haciendo uso de las enormes cantidades de papel desechadas en los

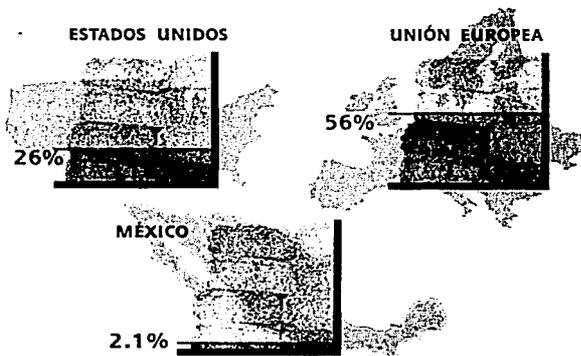
residuos sólidos municipales. Es probable que mucha de la fibra reciclada utilizada por la industria papelera mexicana no haya nunca cumplido su ciclo de vida útil. No se puede minimizar la importancia de este esfuerzo, sin embargo, es necesario que se tomen medidas tendientes a aliviar los graves problemas que implica el manejo y disposición de las casi cuatro millones de toneladas de papel que cada año son descartadas como basura. La recuperación de este papel podría servir para sustituir el 27.4% de fibra reciclada que la industria papelera del país está importando para satisfacer sus necesidades (del 80% utilizado en total).

Reciclar tiene un costo y requiere la acción coordinada de gobierno, industria y comunidad. Se necesita la separación de los residuos desde el hogar y las oficinas, un sistema de recolección organizado, camiones de colecta, plantas de papel, empacadoras, líneas de separación e inventario. Pero no reciclar tiene un costo aún mayor, ambiental y económico. Las cifras actuales (año 2000) para el manejo de residuos en México se ubican en los \$159.10 por tonelada. Y estos costos amenazan con aumentar considerablemente conforme la falta de espacio y la regulación en torno a los depósitos de basura se hagan más estrictas. Los beneficios de invertir parte de este gasto en un sistema de reciclaje eficiente abarcan desde la generación de empleos y la mejora de la condiciones de vida de quienes viven del pepenaje hasta la liberación de espacio y recursos utilizados para el almacenamiento de basura, pasando por el efecto indirecto de sensibilizar a la población sobre la importancia del reciclaje y los temas ambientales.

**El 80% de la fibra utilizada en nuestro país para producir papel es reciclada, sin embargo...**



**...al mismo tiempo, México registra uno de los índices más bajos de recuperación de papel proveniente de los residuos sólidos municipales.**



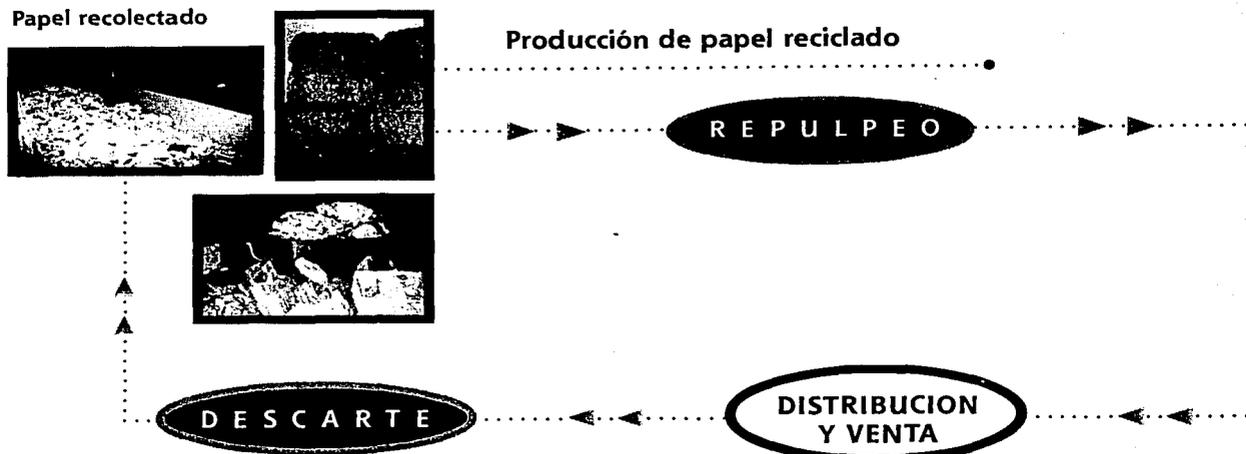
## 2.4 El proceso de **producción** del papel reciclado

Los papeles reciclados son hechos procesando el papel usado para rescatar su fibra de celulosa y usarla en la manufactura de nuevo papel, a diferencia del papel virgen, para cuya producción se utiliza madera sometida a un tratamiento especial para obtener la fibra. La diferencia fundamental en la fabricación de papel reciclado radica en la etapa de desentintado, como se conoce al proceso utilizado para separar la fibra en el papel de desecho de las tintas y demás "contaminantes" a que pudo ser sometido durante su ciclo de vida útil.

El desentintado es la etapa esencial del reciclaje de papel y es un proceso complejo. No existe una fórmula única para diseñar un sistema de desentintado, pues depende mucho del tipo de residuo de papel a ser utilizado. La instalación de sistemas de desentintado es costosa, si bien estudios recientes han demostrado que los costos de construcción y operación para fábricas de pulpa desentintada son favorables en relación a los de pulpa virgen.

Este proceso ha sido usado en la producción de papel desde hace mucho tiempo, pero se ha dificultado recientemente debido a la proliferación de nuevos sistemas de impresión y acabados gráficos -xerográficos y *láser*; los diferentes tipos de tintas para offset, litografía y flexografía, laminados plásticos, adhesivos de presión, pegamentos térmicos, etc-. Además de estos "contaminantes", suficientes para hacer desesperar a cualquier fabricante de papel, es común encontrar en las partidas de papel recolectado bolsas de plástico y otros componentes sintéticos que resultan un verdadero problema, pues de no ser removidos antes del repulpeo, son muy difíciles de extraer de la pulpa final.

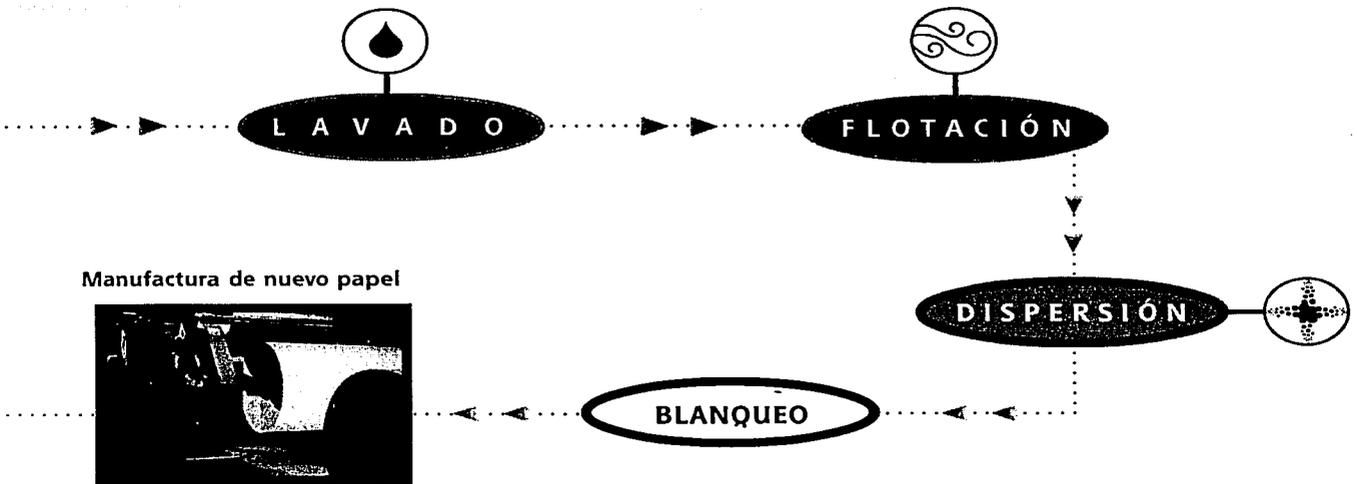
El desentintado se consigue aplicando tres formas de energía -mecánica, química y térmica-. Esto comienza en el repulpeo, etapa en la cual se "licúa" el papel con agua y exige que la cantidad de agua, la temperatura, y la adición de químicos sean cuidadosamente balanceados para obtener la pasta de alta consistencia requerida por las fábricas de papel. Las tintas adheridas a la superficie de la fibra comienzan a romperse en esta etapa, por medio de la fricción ejercida al rozarse el papel entre sí a



medida que la mezcla se agita y licúa, dando como resultado la separación de la fibra y la tinta.

Los sistemas modernos de desentintado utilizan tres procesos adicionales para la remoción de la tinta que haya quedado después del repulpeo: lavado, flotación y dispersión. En ocasiones la mezcla también es "colada" a través de una serie de mallas de diferentes grosores para atrapar las partículas más grandes, mientras limpiadores centrífugos se encargan de las partículas más pequeñas. Esta secuencia varía bastante de planta a planta, y el sistema no siempre es lineal. Muchas veces es necesario regresar la pulpa a estadios anteriores para garantizar su completa limpieza.

**Lavado.** Es la técnica más antigua para remoción de tinta en el papel. El objetivo es hacer la tinta hidrofílica mediante detergentes, agentes húmedos y otros químicos, para poder después removerla al hacer pasar agua por la mezcla, dejando sólo la fibra. Este sistema era suficiente hace varias décadas, cuando las tintas tenían composiciones más simples que las de ahora. Hoy todos los sistemas de desentintado cuentan con la etapa de lavado, pero por sí sola es insuficiente para limpiar a fondo la pulpa.



**Flotación.** Este sistema fue desarrollado hace aproximadamente 40 años. A diferencia del lavado, el propósito de la flotación es hacer las tintas hidrofóbicas, añadiendo a la mezcla agentes espumosos y otros químicos. La mezcla es entonces continuamente aerada y las burbujas de aire atraen las partículas de tinta.

**Dispersión.** La dispersión se usa para eliminar tintas que han quedado después del lavado y de la flotación. La intención es "romper" las partículas de tinta a un tamaño suficientemente pequeño y dispersarlas sobre la pulpa de manera que no sean perceptibles a simple vista. Esto puede afectar la brillantez del papel.

**Blanqueo.** La mezcla desentintada es generalmente blanqueada para mejorar su brillantez superficial, y para quitar las tintas y manchas residuales de la fibra. La pulpa reciclada tiene una coloración considerablemente menor a la de la virgen, por lo que demanda mucho menos blanqueo.

⋮  
 Cuando la pulpa finalmente cumple con las características de consistencia (y muchas veces de brillantez) exigidas, es enviada a la planta de fabricación de papel para seguir el procedimiento convencional.

## 2.5 Tipos de fibra reciclada

Debido a que los papeles han sido sometidos a diferentes usos durante su vida útil y a que ello implica que no todos sufrirán el mismo tratamiento de desentintado, son clasificados en distintas categorías, que generalmente responden al tipo de papel y a la carga y tipo de contaminantes que presentan. En términos generales, los desechos de papel se agrupan en tres grandes categorías:

- Substituto de pulpa: desperdicios de las fábricas de papel y empresas convertidoras del mismo (papel que está totalmente libre de contaminantes y que no ha llegado al consumidor final),
- Papeles que han cumplido su ciclo de vida útil y son susceptibles de ser desentintados (cartón corrugado, periódicos, papeles que presentan una ligera carga de tinta y otros) y,
- Papeles que representan demasiados problemas para poder ser desentintados (con una carga muy alta de tinta e impresos con tecnología láser, principalmente).

En general, el papel desechado es reciclado para producir papeles que están en una categoría inferior de la cual provienen. La mayor parte de fibra recuperada es utilizada para la manufactura de cartón corrugado, papel periódico e higiénico. El uso de calidades "menores" para producir calidades "superiores" de papel es raro, como acontece con los papeles para escritura e impresión, en los cuales el contenido de fibra reciclada proviene principalmente de los desechos de la fábrica misma y los residuos de papel perfectamente libres de contaminantes (sustitutos de pulpa), que son los que presentan los menores inconvenientes para cumplir con las exigencias de consistencia y brillantez para estos papeles. Existe la tecnología para obtener fibra reciclada a partir de papel de desecho que cumpla con la calidad que satisfaga estas exigencias, sin embargo esto implica fuertes inversiones que los fabricantes no se han atrevido a realizar debido a la ausencia de un mercado fuerte y constante para papeles de escritura e impresión con alto contenido de fibra reciclada.

En una clasificación más detallada, las empresas recicladoras de papel en México dividen los desechos de papel de la siguiente manera:

**Desperdicios y desechos de papel o cartón o fibras secundarias:** comprenden las raspaduras, recortes, hojas rotas, periódicos impresos, papel periódico sin impresión y publicaciones, pruebas de imprenta y artículos similares, susceptibles de repulparse para la fabricación de papel nuevo.

**1ª blanca:** recorte y hojas de cuaderno y papel bond blanco sin impresión, libres de contaminantes\*

**2ª blanca:** recortes y hojas de papel periódico sin impresión y sin contaminantes.

**Archivo blanco:** archivos de oficinas, seleccionando las hojas de papel bond blanco, con o sin impresión, de máquinas de escribir y tinta soluble, libres de contaminantes, aunque se tolera un mínimo de clips.

**Pinta:** recortes y hojas de papel periódico con una ligera impresión de tinta soluble en las orillas, libres de contaminantes.

**Periódicos:** papel periódico nuevo, usado o triturado, sin contaminantes.

**Gris:** cartoncillo con cara blanca, con o sin impresión, libre de contaminantes.

**Revistas:** revistas impresas, trituradas o encuadernadas, en papel periódico con o sin grapa, sin lomo de pegamento sintético y sin contaminantes.

**Kraft:** cajas de cartón, con o sin impresión, corrugado, nuevas o usadas, así como papel para fabricación de éstas.

**Bolsa:** sacos de papel kraft nuevos, defectuosos o usados de alimento, completamente limpios y sin hilo, sin contaminantes.

**Forma continua:** papel blanco al sulfato o al sulfito manufacturado en formas continuas para computadoras, ligeramente entintados. Debe estar libre de papel carbón y otros materiales extraños.

\*se consideran contaminantes: papel carbón, broches plásticos, clips, ligas, estopas, tintas, gomas, etc.

## 2.6 El problema de los **papeles** provenientes de **oficinas**

Los materiales impresos a través de fotocopiadoras e impresoras láser representan un problema peculiar en los procesos de desentintado. A diferencia de las tintas convencionales de impresión, que consisten básicamente en pigmentos suspendidos en una solución líquida y subsecuentemente aplicados al papel directamente, la impresión láser representa una tecnología totalmente distinta. Tanto fotocopiadoras como impresoras láser utilizan *tóners* de polvo seco consistentes básicamente por polímeros plásticos, que son transferidos al papel por medio de una carga electrostática y después fijados por calor. La imagen resultante consiste en partículas plásticas que han sido fusionadas a la fibra del papel. Estos productos son altamente resistentes al reciclado. Si los desechos de papel usados en una planta de desentintado contienen impresiones láser, manchas de tinta aparecerán inevitablemente en el papel final. Mientras esto no resulta tan terrible en el caso de papeles higiénicos, los fabricantes de papeles para escritura e impresión no se muestran tan entusiastas por vender papel con tales imperfecciones. Generalmente los recicladores de fibra rechazan estos materiales, sobre todo en el caso de que la pulpa sea destinada a la fabricación de papeles para escritura e impresión.

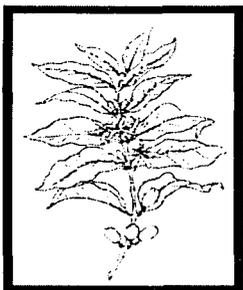
Conforme se desarrollen técnicas más sofisticadas de desentintado, el uso de desechos provenientes de oficinas aumentará pero es necesario que el consumidor se muestre tolerante hacia papeles que no son perfectamente blancos. Esta situación tiene especial relevancia debido a que los residuos de papeles provenientes de oficinas, en su mayoría impresos mediante tecnología *láser*, conforman el segmento más voluminoso del total de residuos sólidos correspondientes a un papel.

## 2.7 Fuentes de **fibra** alternas

Hoy existen pocos papeles cuyo contenido de fibra tenga una procedencia diferente a la madera, debido a su baja disponibilidad comparativa. El



En las oficinas se desecha una considerable cantidad de papel que por estar mayoritariamente impresa con tecnologías *láser* está siendo desaprovechada como fuente de fibra reciclada



El algodón, el cáñamo y los desechos del cultivo de café son de las fibras utilizadas como alternativa o complemento a la madera



algodón es uno de los materiales más finos para producir papel. Es usado para papeles especiales que requieren excepcional permanencia y durabilidad, como el moneda, certificados, documentos históricos y otros. A diferencia de la madera, que sólo contiene un 50% de celulosa (el compuesto de donde proviene la fibra), los cabellos de la planta de algodón son 92% celulosa. Hace varias décadas los papeles de algodón estaban hechos con ropa y telas viejas. Hoy la fibra de algodón proviene de las operaciones de tejido y manufactura de ropa, que venden sus residuos a las fábricas de papel.

Aún no existe un concenso sobre si debe considerarse a la fibra de algodón y otras incluidas en la manufactura de ciertos papeles como contenido reciclado. De cualquier manera, el uso de fibras alternas a la madera representa un beneficio ambiental indudable, sobre todo en el caso de fábricas de papeles que han sustituido parte de sus requerimientos de fibra con desechos de ciertas operaciones agrícolas, como la del café y el plátano (que han sido desarrollados con notable éxito en Centroamérica). Muchos de estos materiales, a diferencia de la madera, están ya disponibles en forma de desperdicios. Además su contenido de fibra es mucho mayor que el de la madera. En México existe una también exitosa inclusión de desechos de bagazo de caña y paja de trigo como fibra para la producción de ciertos tipos de papel.

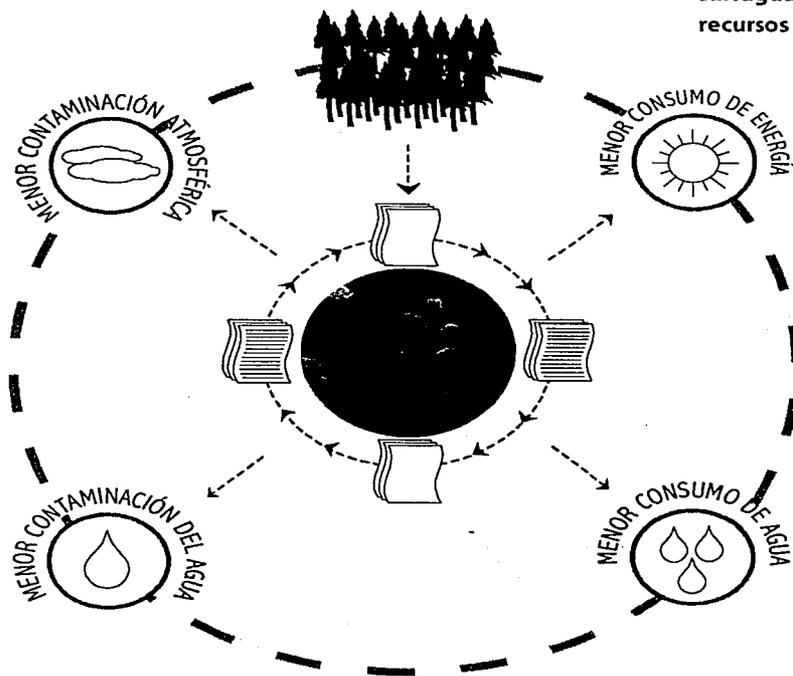
## 2.8 Producción de papel virgen vs. **papel reciclado**, otras **ventajas**

La producción de papel reciclado tiene otras ventajas en comparación a la de papel virgen. Está comprobado que en la producción de papel con

fibra reciclada se observan ahorros de entre 33% y 40% de energía (lo que significa un ahorro de aproximadamente 40,000 kw o 390,000 barriles de petróleo al año) y de 20,000 a 28,000 litros de agua, por cada tonelada de papel. Además, la contaminación del aire se reduce en un 74% y la del agua en un 35% (estas cifras varían dependiendo de factores específicos como las distancias a recorrer para transportar los desechos de papel a las fábricas, los métodos usados para desentintar el papel y otros). La fibra reciclada demanda también cantidades sustancialmente menores de químicos, en especial para la etapa de blanqueo.

El único inconveniente que presenta el reciclaje de papel es el incremento en la producción de lodos residuales, debido al intenso proceso de "descontaminación" que sufren los desechos. Las industrias recicladoras generan 2 o 4 veces más material lodoso que las que utilizan fibra virgen. Sin embargo este problema tiene también una ventaja: los

Los beneficios del reciclaje de papel van más allá de la salvaguarda de nuestros recursos forestales

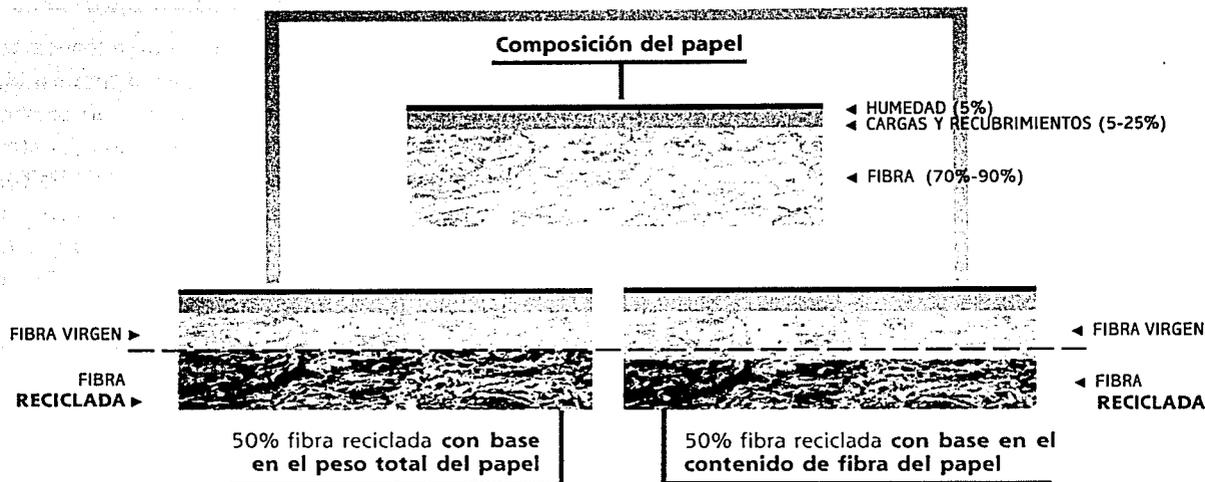


contaminantes que de no reciclarse el papel se dispersarían a través del agua, el suelo y el aire desde los depósitos de basura, al ser generados y concentrados por las plantas recicladoras están sujetos a un control más estricto y es posible su disposición de manera segura. Incluso existen muchas posibilidades de reciclaje para estos lodos: en algunos países europeos el 50% de los lodos generados por la industria papelera son destinados al relleno e incineración, un 30% es convertido en composta para jardinería, un 10% se reusa para camas de gatos y un 5% en aplicaciones menores. Una de las principales alternativas de aprovechamiento tecnológico de los lodos se encuentra en la fabricación de materiales para construcción como paneles, ladrillos, mezclas para concreto, tableros de yeso y tableros aislantes.

## 2.9 Las **confusiones** en torno al papel reciclado

Desde siempre las fábricas de papel han reciclado los desechos producidos en la fábrica misma para incorporarlos de nuevo en la producción del papel. Rollos dañados, inventarios obsoletos y los resultantes de la adecuación de grandes rollos a tamaños más pequeños o en pliegos se incorporan de nuevo en las etapas iniciales de fabricación de papel. Los desechos de otras operaciones de transformación del mismo, como los provenientes de las casas elaboradoras de sobres y las imprentas que lo cortan para adecuar su tamaño antes de imprimirlo son también usadas para elaborar nuevo papel. Estos son los llamados sustitutos de pulpa y son los más caros entre las partidas de papel recuperado. Podríamos afirmar entonces que todos los papeles tienen un contenido reciclado. Sin embargo, para que el reciclaje realmente signifique una solución a los problemas ambientales que la producción y eliminación masiva de papel genera, es necesario diferenciar entre este contenido reciclado y el que proviene de papeles que ya han sido descartados por el consumidor final y que han sufrido un proceso de recuperación y desentintado, el contenido de fibra recuperada conocido como "**postconsumo**".

Esto no es tarea fácil en vista de que ni siquiera en los países desarrollados existe un consenso acerca del etiquetado de papeles de acuerdo al origen de su contenido reciclado. Los fabricantes han



aprovechado esta situación para vender como papeles reciclados aquellos cuyo contenido de fibra secundaria en realidad proviene de los desechos de la misma fábrica. Resulta difícil, aún siendo examinado con microscopio, definir si el contenido de celulosa en la fibra ha sido utilizada una o más veces. En general, gracias a la ausencia de programas de verificación, las especificaciones en cuanto al contenido de fibra reciclada en los papeles dependen de la veracidad y honestidad de los fabricantes.

Quando se considera el contenido de fibra reciclada con base en el peso total del papel, nótese que el mismo será mayor que en el caso de considerársele con base en el contenido exclusivo de fibra

También existen confusiones en relación a la manera en que se determina el porcentaje de fibra reciclada. Los papeles para escritura e impresión están hechos de una combinación de diferentes materiales. La fibra de celulosa es el ingrediente esencial para formar la hoja, y generalmente es el principal y más pesado componente del papel. Las cargas - principalmente arcilla, carbonato de calcio y a veces dióxido de titanio - son añadidas a la fibra para aumentar su opacidad y brillo, bajar costos de producción, equilibrar su acidez y facilitar la fijación de tintas. Diversos tipos de recubrimientos también son aplicados al papel, principalmente en los papeles para escritura e impresión, para aumentar sus capacidades de retención de la tinta.

El peso del papel en general está constituido por cierto grado de humedad proveniente de la atmósfera (tal vez un 5%), una gran parte de fibra (70-90%) y la parte restante de cargas y recubrimientos (de un 5 a

25% dependiendo del papel). Si el papel está recubierto por los dos lados, su porcentaje de fibra puede reducirse hasta el 60 o 70% del peso total.

Hablando en términos del porcentaje de fibra reciclada, debe especificarse si este porcentaje se refiere al total de contenido de fibra o al total del peso del papel. Ambas son medidas muy diferentes. Es relativamente fácil alcanzar un contenido reciclado del 50% si ha sido medido en relación al contenido de fibra. Debido a que la fibra es sólo un componente del total del peso del papel, es más difícil alcanzar un contenido reciclado del 50% con base en el peso total del mismo. Para que sea así, más del 50% de la pulpa debe provenir de fuentes recicladas.

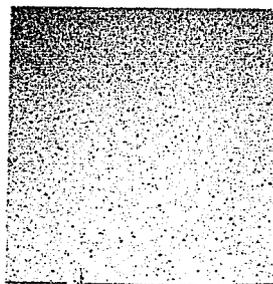
Por ejemplo, si un papel tiene un contenido de cargas y humedad del 25% del peso total del papel, entonces sólo el 75% del peso corresponde a la fibra. Para alcanzar un estándar que defina el contenido reciclado del 50% del peso total del papel, al menos dos terceras partes de la fibra deben provenir de fuentes recicladas. Si el papel tiene un contenido aún mayor de cargas y humedad (como en el caso de papeles con cubierta brillante) la proporción del peso de papel que es fibra será aún menor y la proporción de la fibra que es reciclada tendrá que ser mayor para alcanzar el estándar con base en el peso del papel.

Fabricantes, vendedores y el público generalmente se refieren al porcentaje de fibra reciclada de un papel sin aclarar si está medida en relación a su contenido exclusivo de fibra o al peso total del papel. La costumbre general es que se mida de acuerdo a su contenido de fibra. Sin embargo, ya existen iniciativas para demandar que el contenido reciclado sea medido con base en el peso total del papel. En México no existen regulaciones ni verificaciones al respecto, ni en cuanto al origen del contenido reciclado del papel (si proviene de sustituto de pulpa\*, o de papel recuperado postconsumo, o de fuentes de fibra alternas) así como tampoco en la manera de medir el contenido reciclado de un papel. Las especificaciones provienen, o bien del fabricante o bien de organismos extranjeros en el caso de papeles importados.

Por otro lado, existe una tendencia común, muy arraigada entre los diseñadores, a llamar papeles "reciclados" a aquellos que muestran

\* Como se explica en el apartado 2.5 de este capítulo, el sustituto de pulpa es el papel completamente libre de contaminantes, proveniente de la fábrica misma (inventarios obsoletos, papel con defectos) u operaciones de transformación de papel que se reutiliza en la producción de nuevo papel.

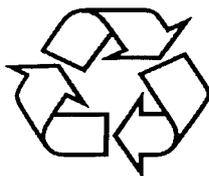
ciertas texturas. En su mayoría, estos papeles están hechos con fibra virgen y su textura ha sido añadida intencionalmente por razones estéticas. Si las manchitas son marrones e irregulares, provienen básicamente de residuos de madera, comprados a las fábricas de pulpa virgen. Los que tienen hilos de cabello, a menudo coloreados, obtienen su efecto de hilos de algodón provenientes de la industria textil. Incluso existen aquellos en los que se han añadido recortes circulares de papel coloreado, para darles un efecto "confetti". Estas variedades son conocidas como papeles con fibra añadida, y en general no tienen un contenido reciclado significativo.



**Papel reciclado (lado izquierdo) vs papel de fibra añadida (lado derecho). Las manchas en el papel reciclado son producto de residuos del desentintado. Al otro papel se le han agregado hilos de algodón de manera intencional.**

Cuando los papeles reciclados están hechos con papel de desecho que fue impreso y el sistema de desentintado no ha sido totalmente exitoso, el papel terminado mostrará pequeñas manchas oscuras diseminadas en el papel, lo que no es intencional, al contrario de lo que ocurre con papeles de fibra añadida. Sin embargo, cuando el proceso de desentintado ha sido correctamente ejecutado, puede proveer pulpa de excelente calidad para manufacturar los papeles perfectamente limpios, libres de imperfecciones demandados para escritura e impresión.

## 2.10 Etiquetado de papeles reciclados



**RECICLADO**  
**RECICLABLE**

El símbolo más conocido para la identificación de un producto reciclado es el de "las tres flechas", que se utiliza no sólo para el papel sino para cualquier producto con contenido reciclado. Sin embargo, la utilización de este logo no está sujeta a ninguna regulación o verificación, por lo que cualquier industria, en cualquier lugar, puede usarlo sin tener que demostrar que realmente está practicando el reciclaje. Por lo tanto, no existe la seguridad de que un producto que esté etiquetado con este símbolo tenga algún contenido reciclado.

En muchos de los países industrializados están siendo implementados diversos mecanismos para regular la comercialización de papeles con contenido reciclado. Esto ha dado origen a diferentes sellos bajo los cuales el papel puede venderse y que aseguran que el papel tiene un contenido reciclado, definido por la asociación emisora del sello. A continuación se presentan algunos ejemplos de este tipo de certificaciones:



**Green Seal.** Creado por una organización independiente con sede en los Estados Unidos. Su objetivo es desarrollar e implementar la etiquetación de productos desde el punto de vista de su impacto al medio ambiente. Green Seal exige que los papeles que porten su símbolo contengan un mínimo de 10% de material reciclado postconsumo. Este porcentaje debe estar calculado con base en el contenido de fibra del papel. Además, el fabricante debe demostrar que ningún metal pesado (plomo, cadmio, mercurio y cromo), fue utilizado en el caso de los papeles recubiertos.



**Environmental Choice.** El gobierno canadiense ha instituido un programa de etiquetado para reconocer los productos que cumplen con criterios establecidos de minimización de impacto ambiental. Las industrias lo solicitan voluntariamente y las que cumplen con los requisitos establecidos pueden usar el símbolo EcoLogo. Para los papeles para escritura impresión se ha establecido que al menos el 50% del peso del papel debe corresponder a fibra reciclada, del cual un 10% del peso total del papel debe ser fibra "postconsumo".



**Green Cross.** Esta iniciativa proviene de otra corporación no lucrativa de los Estados Unidos, Scientific Certification Systems. Esta organización no establece un estándar uniforme para los productos que estén certificados por ella, así

que los papeles con la etiqueta Green Cross contendrán en ella la información relativa a su contenido específico de fibra reciclada.

En México no existen aún regulaciones de este tipo. En el mercado encontraremos una gran variedad de papeles vendidos como "ecológicos" o "reciclados" sin que sepamos exactamente a qué se refiere dicha etiqueta. También es probable que encontremos alguno de los sellos mencionados arriba, dada la importante presencia de papeles importados para escritura e impresión en nuestro país. Ante la ausencia de una base seria sobre la cual decidir, se revela la importancia de que los consumidores demandemos la institución de un sistema de certificación seguro que nos permita hacer elecciones reales de papel reciclado.

## 2.11 Características de los papeles para **escritura e impresión** reciclados vs. los vírgenes

Es difícil e inconveniente hacer generalizaciones veraces acerca de las propiedades físicas del papel reciclado o sobre las diferencias entre éste y el papel virgen. En ambos casos, la calidad del producto final depende de varios factores. La menor uniformidad de la fibra reciclada recuperada de los desechos sólidos, en comparación a la fibra virgen obtenida de especies conocidas de plantas y árboles puede plantear desafíos, haciendo que el papel reciclado sea más difícil de producir, pero el exitoso desempeño de muchos papeles reciclados indica que estos desafíos están siendo superados. Los papeles reciclados han sido producidos desde hace varias décadas y antes de que el reciclaje tomara el papel protagonista que ocupa ahora, muchos de ellos estaban siendo vendidos en el mercado, siendo incluso usados para imprimir y compitiendo con los papeles vírgenes sin que los consumidores notáramos la diferencia.

No existe inferioridad alguna en los papeles de fibra reciclada si ésta ha sido correctamente procesada y limpiada para el reuso. Sin embargo, debido a que ha sido ya procesada una vez tiene ciertas características

que la hacen diferente de la fibra derivada directamente de la pulpa virgen - comparada con la fibra virgen, la fibra reciclada tiende a ser más pequeña, más dura y desgastada en las puntas. Para el fabricante de papel, esto representa ventajas y desventajas.

Entre las ventajas que presentan las fibras recicladas está la tendencia a producir papel con un poco más de espesor y opacidad que el papel originado a partir de fibra virgen. Los impresores han reportado una tendencia menor en los papeles reciclados a enrollarse y a quebrarse cuando son doblados en sentido opuesto al grano del papel. En el fondo de estas hipótesis está el hecho de que, debido a que las fibras de papel reciclado son más cortas pueden rellenar los espacios entre las fibras más largas, y esto deriva en una mayor opacidad y mejores cualidades de doblado.

Para la producción de libros y revistas mayor espesor y opacidad pueden ser una ventaja. Un papel ligero puede entonces ser utilizado sin temor a que se transparente, produciendo un ahorro tanto en el gasto en papel como en el envío por correo. Un espesor mayor también puede incrementar el volumen de un libro sin afectar su peso, en el caso de que con ello quiera producirse cierto impacto sobre el consumidor, o simplemente engrosar un libro pequeño para hacerlo más fácil de encuadernar.

Uno de los mayores retos que presenta trabajar con papel reciclado es alcanzar una formación de hoja óptima (esta formación de hoja se puede apreciar si se mira el papel a contraluz y se observa la uniformidad de su distribución de fibra, entre mejor sea la formación de hoja la luz se transmitirá de manera más pareja). Los papeles con una formación de hoja óptima son más fáciles de imprimir pues la tinta se distribuirá de manera más uniforme sobre la superficie del papel. Si la formación es irregular, se crearán montañas y valles que tomarán la tinta de manera diferente. La formación regular de la hoja depende de muchos factores, como el refinado de la fibra, la adición de cargas, el uso de recubrimientos y el tipo de pulpa usado. La formación de la hoja puede resultar más difícil de controlar cuando los papeles han sido manufacturados con una

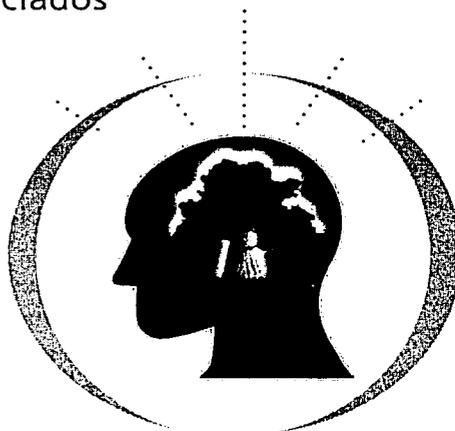
mezcla de fibra reciclada y de fibra virgen. Puede ser que sea necesario ajustar un poco la parte química en el proceso para cubrir los requerimientos de la fibra reciclada, y esto depende mucho del control que el encargado del proceso tenga sobre la manufactura del papel, tanto en el caso de papeles reciclados como de los vírgenes.

## 2.12 El **diseñador gráfico** y los papeles reciclados

La producción de papel reciclado abarca todo un sistema que va desde la recolección del papel de desecho hasta su reprocesamiento para fabricar nuevo papel. Muchos esfuerzos se han hecho para aumentar las tasas de recolección de papel, sin embargo, el sistema se desequilibra fácilmente, pues está sujeto a las variaciones en la demanda de papel reciclado. En muchas ocasiones la oferta de papel de desecho es superior a la demanda generada por la industria papelera. La recolección de los desechos por sí misma no hace que el reciclaje funcione. No es sino hasta que nuevos productos son manufacturados a partir de residuos y comprados posteriormente que el ciclo se completa.

La mayor parte de las capacidades existentes para la producción de papeles con alto contenido reciclado tienen como objetivo la manufactura de cartones corrugados, papel periódico y algunas variedades de papeles higiénicos. La presencia de contenido reciclado en los papeles para escritura e impresión es aún muy limitada. Entre los fabricantes la utilización de fibras recicladas para producir papeles para escritura e impresión aún está estigmatizada como muy problemática y costosa. Sin embargo, el estado actual de las investigaciones y el éxito con el que muchas empresas en el mundo están produciendo papeles reciclados para escritura e impresión desmienten lo anterior.

Por otro lado, el nivel de exigencia hacia los papeles para escritura e impresión por parte de quienes los consumimos muchas veces supera los aspectos que son realmente indispensables para que cumplan su



cometido, trasladándose hacia conceptos que obstaculizan la preferencia por papeles reciclados. Los diseñadores debemos desarrollar cierta tolerancia hacia papeles que no son, por ejemplo, totalmente "limpios", o recubiertos, ya que la aceptación de ciertas "imperfecciones" (que en realidad sólo están en nuestra mente) significa la facilitación de la producción de papeles para escritura e impresión con alto contenido reciclado, en especial proveniente de fuentes postconsumo. Los avances en los procesos de impresión nos permiten obtener resultados de excelente calidad sobre papeles de calidades inferiores, como lo demuestran los periódicos bellamente impresos a color sobre el papel amarronado y con alto contenido reciclado que generalmente se usa para estas publicaciones. Además, el control que hoy podemos ejercer sobre las características técnicas de nuestros diseños a través de la computadora, invalida cualquier excusa tras la cual querramos justificar la obtención de una mala impresión sobre papel reciclado. Una buena comunicación con nuestro impresor también será de gran utilidad para conseguir los resultados que queremos sobre el papel reciclado que hayamos elegido.

Para un trabajo de diseño como la impresión de una revista de 48 páginas, tamaño carta, sobre papel de 100 g, con un tiraje de 5000 ejemplares; fácilmente puede demandarse la utilización de una tonelada de papel. La elección de un papel reciclado para un trabajo así, dependiendo de qué tan alto sea su contenido, puede significar un ahorro de entre 5.6 y 30 árboles, de 33 a 40% de energía, y de 20,000 a 28,000 litros de agua. Podremos darnos una mejor idea de los ahorros ambientales que podríamos generar si hiciéramos un cálculo similar para nuestras demandas de papel en el periodo de un año (ver figura 1).

La misión del diseñador también incluye la creación de un producto que, habiendo cumplido su ciclo de vida útil, sea fácil de reciclar. La reciclabilidad es un término muy relativo, pues depende mucho de las capacidades de la planta que vaya a procesar el papel para convertirlo en pulpa y de los avances que en el desarrollo de nuevas tecnologías de desentintado se realicen. Los tipos de papeles aceptados en las partidas de papel de desecho también varían. La mayor parte de los papeles

:  
:  
:  
:  
:

Figura 1: Forma para calcular los beneficios ambientales de la producción de un diseño sobre papel reciclado.

Trabajo: \_\_\_\_\_

Nombre del papel	Peso (g/m <sup>2</sup> )	Tamaño del pliego
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Número de ejemplares a imprimir	Número de pliegos por ejemplar	Cantidad total de pliegos a usar <sup>1</sup>
<input style="width: 100%;" type="text"/>	x <input style="width: 100%;" type="text"/>	= <input style="width: 100%;" type="text"/>

<sup>1</sup> A la cantidad total de pliegos debe aumentarse un 20% que generalmente se requiere para las pruebas de impresión.

m <sup>2</sup> x pliego (multiplicar alto x ancho del pliego y luego dividir entre 10 000)	Cantidad total de pliegos a usar	m <sup>2</sup> totales de papel a usar
<input style="width: 100%;" type="text"/>	x <input style="width: 100%;" type="text"/>	= <input style="width: 100%;" type="text"/>

m <sup>2</sup> totales de papel a usar	Peso del papel en g/m <sup>2</sup>	Peso total del papel a usar (en gramos)
<input style="width: 100%;" type="text"/>	x <input style="width: 100%;" type="text"/>	= <input style="width: 100%;" type="text"/>

Conversión del peso total de gramos a kg (peso total % 1000)	→	En toneladas (peso en kg. % 1000)
<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>

Por cada tonelada de papel podemos cuantificar el beneficio ambiental de la siguiente manera en el uso de madera de la siguiente manera:

Usando papel con 30% de contenido reciclado postconsumo: Entre 5.6 y 10 árboles.  
 Usando papel con 50% de contenido reciclado postconsumo: Entre 8.5 y 15 árboles.  
 Usando papel con 100% de contenido reciclado postconsumo: Entre 17 y 30 árboles.

para escritura e impresión han sido producidos de manera que representan una de las mejores fuentes de fibra secundaria disponibles, pero algunos procesos de impresión y acabado pueden hacerlos inútiles para prácticamente cualquier industria que reconvierta papel. Para una planta de desentintado, cualquier cosa que no sea fibra celulósica es considerado un contaminante. Estar consciente de los efectos que

nuestras decisiones de diseño pueden producir en la disponibilidad del papel para ser reciclado será de suma utilidad para poder crear productos que sean, al menos potencialmente, reciclables.

## 2.13 Creando un **producto reciclable**

**Manchas de color y elección de colores.** Diseñar un producto en el cual grandes áreas vayan a ser cubiertas con tintas lo hace, en definitiva, menos reciclable que un impreso con una cobertura de tinta más ligera. Sin embargo, hacer diseño sería muy aburrido si tuvieramos que prescindir en lo absoluto de brillantes y sólidas áreas de color. Pero también es verdad que no necesitamos diseñar todo haciendo uso de este recurso. Así que en términos de armonizar las cualidades estéticas y ecológicas de nuestro producto lo mejor es encontrar un equilibrio. Generalmente una planta de desentintado no tendrá problemas al mezclar desechos de papel ligera y pesadamente impresos.

**Laminados UV y plásticos.** Los laminados ultravioletas son tan problemáticos para las plantas de desentintado que casi ningún comprador de residuos de papel comprará partidas conteniendo estos materiales. La decisión de usar estos laminados (ultravioletas o super brillantes) generará un producto esencialmente no reciclable. Lo mismo sucede con los laminados plásticos. Los sobres con ventanas de "celofán" también son excluidos en la mayor parte de los casos. Si queremos diseñar un producto que sea fácilmente reciclable, ninguno de estos procesos deben ser especificados. Si las ventanas son requeridas, pueden comprarse sobres con ventana sin celofán y cumplirán su función de la misma manera que si la tuvieran.

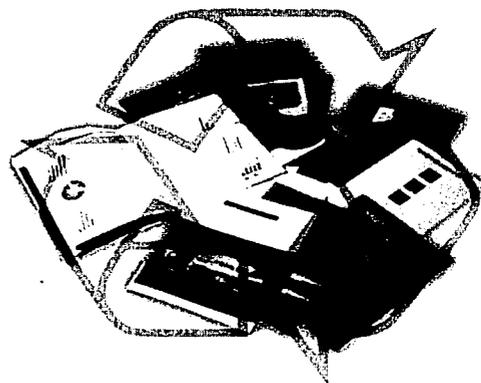
**Laminados acuosos.** Los laminados acuosos han sido etiquetados como una alternativa reciclable a los ultravioletas. En lugar de ser películas plásticas, los laminados acuosos existen primero como una solución líquida, que es aplicada después sobre la superficie completa de la hoja por una máquina parecida a las de impresión. No existen aún pruebas fehacientes que demuestre que estos laminados son más fáciles de eliminar que los plásticos, sin embargo el hecho de que tengan base agua invita a pensar que sea así.

**Pegamentos y adhesivos.** Pegamentos y adhesivos base agua son definitivamente reciclables, ya que se disuelven durante el proceso de repulpeo y desentintado. Sin embargo, la mayor parte de los materiales de naturaleza adhesiva (incluyendo los autoadheribles), de uso común en la encuadernación de libros y la construcción de folders, cajas y otros artículos, plantean mayores problemas a las plantas de reciclado. Estos pegamentos tienden a agruparse como pequeñas partículas en la pulpa, saliendo a relucir después en la máquina de papel, con frecuencia creando puntitos brillantes o agujeros en el papel. Además producen daños en las telas de formación, filtros y secadores de las máquinas formadoras, requiriendo limpieza y cuidados extra del equipo y el uso de solventes para removerlos. Es recomendable por lo tanto especificar, cada vez que sea posible, el uso de pegamentos solubles al agua para nuestros diseños.

**Termografía.** Este es el proceso usado en las artes gráficas para crear letras en relieve sobre el papel. Requiere tintas especiales que después de ser añadidas a polvo de resina, son sometidas a calor para que el área impresa se levante de la superficie del papel. Debido a las resinas usadas y a la naturaleza térmica del proceso, también son muy difíciles de extraer de la fibra celulósica del papel.

**Barnices.** Aún no existe consenso sobre si el uso de barnices afecta o no la reciclabilidad de un producto. Hacer una generalización es difícil pues si bien es claro que estos residuos han sido aceptados dentro de las partidas de papel reciclable, es posible que la formulación de los barnices pueda plantear un problema para el desentintado. Al parecer, el uso de estos barnices es preferible al de laminados ultravioleta, en términos de reciclabilidad.

**Relieves y suajados.** Afortunadamente, existen algunas técnicas gráficas que ofrecen una variada gama de posibilidades y que nos permiten hacer un producto fácilmente reciclable. A diferencia de la aplicación de tintas convencionales, el relieve y el suajado no añaden



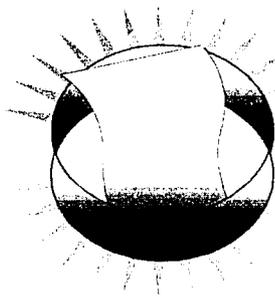
Los diseñadores podemos tomar decisiones que incrementen las posibilidades de reciclabilidad de nuestros productos.



Papeles reciclados disponibles en México

Marca	Contenido reciclado	Tamaños (en cm.)	Peso (en gr/m <sup>2</sup> )	Distribuidor
Carnival	50% total	58x89	104	Lumen
	20% postconsumo	66 x 101	216	
Concept	50% total	58x89	104	Lumen
	10% postconsumo	66 x 101	216	
Confetti	100% total	58x89	104	Lumen
	50% postconsumo	58x89	216	
Evergreen	50% total	58x89	104	Lumen
	10% postconsumo	66 x 102	216	
Gallery	30% s/e*	57.2x89.9	90	Lumen
		66 x 101.6	216	
Howard Linen	50% total	58x89	104	Lumen
	30% postconsumo	58 x 89	216	
Quest	100% postconsumo	58 x 89	118	Lumen
		58 x 89	216	
Retreeve	50% reciclado	58x89	104	Pochteca
	20% postconsumo	66x101	216	
Graphika 100	100% s/e	58x89	104	Pochteca
		66x101	216	
Royal Sagitta	30% postconsumo	70x95	110	Manufacturas Gaviota
		70x100	200-250	

\* s/e: sin especificar en qué tipo de fibra reciclada consiste este porcentaje



## CAPITULO 3

---

# *El papel blanco*

**E**xiste otro aspecto relativo a la producción de papel que por su especial peligrosidad ha llamado la atención de la comunidad científica y ambientalista en las últimas décadas: el proceso de blanqueo de papel.

Como resultado de la modernización de las técnicas de producción, se ha registrado una demanda preferencial de papeles brillantemente blancos. El papel blanco, ya sea para escribir o higiénico se asocia a la calidad, a la higiene, a la limpieza. Paradójicamente, el proceso que conduce a tales niveles de "pureza" tiene efectos que se están revelando alarmantemente nocivos para el ambiente y la salud humana.

La madera utilizada como principal fuente de materia prima para producir papel está constituida básicamente de tres elementos: 40 a 50% celulosa, 20 a 30% lignina y 20 a 30% aceites aromáticos, resinas y hemicelulosa. Para manufacturar el papel es necesario aislar las fibras de celulosa de la madera para obtener la pulpa que pueda ser convertida en papel. Estas fibras están sólidamente unidas a la lignina, que actúa como una especie de pegamento biológico, que le da su dureza a la madera y que también da una coloración marrón intenso a la pulpa. Esta separación puede obtenerse de dos maneras: química o mecánicamente.

La pulpa química puede producirse de dos maneras: a través del proceso "kraft" (o al sulfato) o a través del proceso al sulfito. El proceso kraft es el más usado, pues daña en menor medida las fibras durante la remoción de la lignina y las resinas. Involucra el uso de químicos de naturaleza

ácida, al contrario del sulfito, que es de naturaleza alcalina. Las pulpas obtenidas de cada proceso varían principalmente en la brillantez y la resistencia. La pulpa kraft tiene el color marrón característico del papel del mismo nombre y es más firme. La pulpa al sulfito es menos oscura, más suave y menos fuerte. Aislar las fibras químicamente genera fibras bastante puras y deja solo pequeñas cantidades de lignina a remover, pero el rendimiento es también menor: sólo un 40 o 50% de la madera es convertida en fibra, a diferencia de la pulpa generada por procesos mecánicos, que rinde un 95% de la madera.

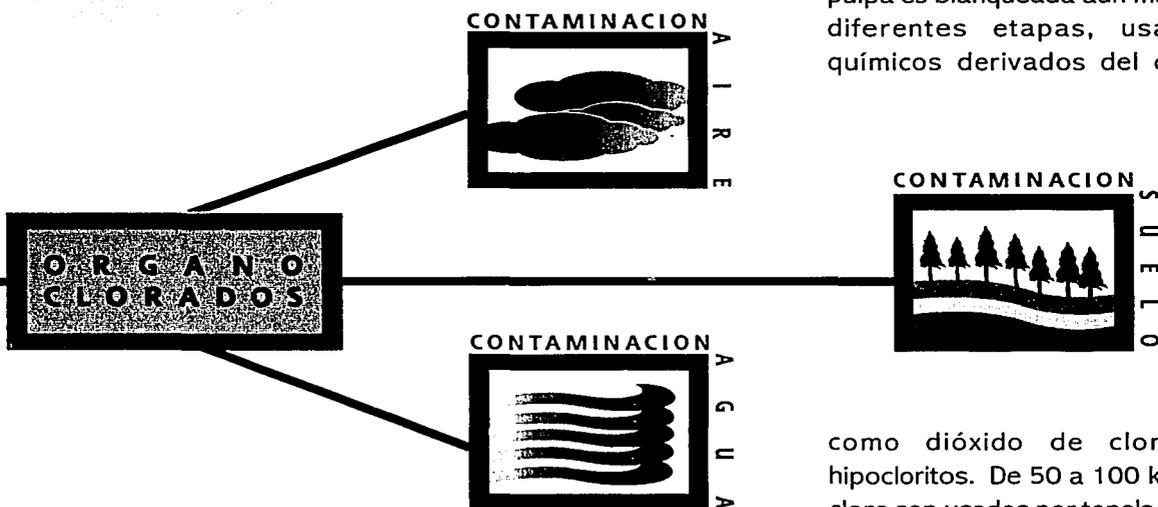


El método original para separar la fibra es el mecánico, que consiste básicamente en la frotación de la madera descortezada contra una piedra especial. En algunos casos se calienta la madera antes de frotarla, produciendo la pulpa llamada termomecánica. Si la madera es sumergida en soluciones sulfurosas antes de ser tratada, pulpa químicotermomecánica es obtenida. Este tipo de pulpa es generalmente menos fuerte y más oscura que la química. Tanto en el proceso químico como en el mecánico no es posible remover la totalidad de la lignina sin dañar seriamente las fibras. Un 5 ó 10% queda en la pulpa, dándole una fuerte coloración, lo que hace necesario su blanqueo posterior.

Cuando el papel era producido de fuentes de fibra diferentes a la madera el blanqueo no era necesario, pues estas fibras producían una pulpa con una coloración ligeramente amarfilada. Pero con la introducción de

la madera como principal fuente de celulosa, el blanqueo se hizo indispensable. Rápidamente, el cloro se situó como la sustancia química más adecuada para realizar este proceso, principalmente porque actúa de manera selectiva, eliminando la lignina sin dañar las fibras.

La pulpa mecánica, que contiene casi toda la lignina original, es generalmente blanqueada con peróxido de hidrógeno. Este elimina el color de la lignina cambiando su estructura química más que removiéndola. En las técnicas de blanqueo convencional para pulpa química, el primer paso es remover la mayor parte de la lignina residual usando gas clorado. Entonces la pulpa es blanqueada aún más en diferentes etapas, usando químicos derivados del cloro



como dióxido de cloro o hipocloritos. De 50 a 100 kg. de cloro son usados por tonelada en el blanqueo de pulpa química.

El problema esencial consiste en que cerca del 10% de este cloro se une a átomos de carbono, provenientes del material orgánico de la madera misma o del agua con la que entra en contacto, dando origen a compuestos organoclorados. Estos compuestos se han revelado en las últimas décadas como una de las sustancias químicas más tóxicas jamás generadas por las actividades humanas, al grado de que la mayor parte de las sustancias prohibidas en los últimos años son compuestos organoclorados. Numerosos estudios han sido llevados a cabo para

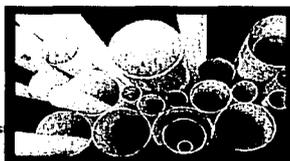
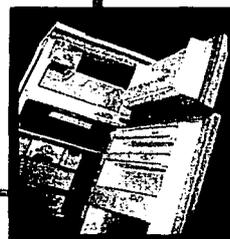
estudiar su impacto sobre los diferentes entornos en los que han sido descargados y los resultados son realmente preocupantes. Los organoclorados son ya sujetos de estrictas regulaciones, cuyo objetivo es reducir y a largo plazo, eliminar su generación. Sin embargo, aún hoy, numerosas toneladas de estos compuestos son vertidos diariamente en aguas, aire y suelos por distintas industrias.

### 3.1 El cloro y los organoclorados

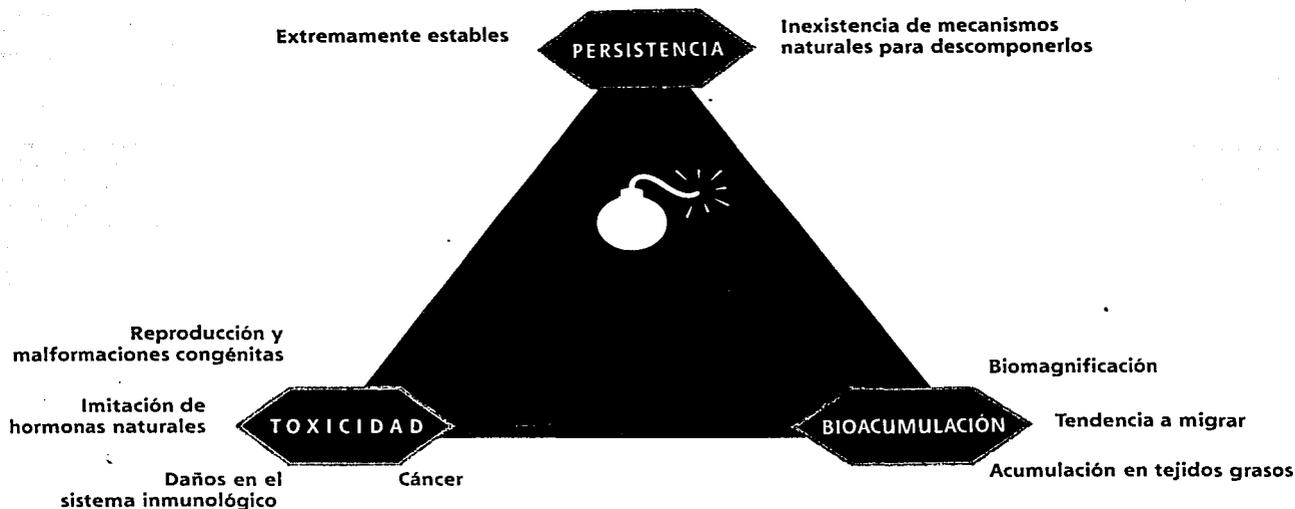
La producción industrial de cloro, que es el primer paso para la generación de organoclorados, comenzó en 1893 y durante los últimos 50 años se ha incrementado notablemente hasta alcanzar una producción de 40 millones de toneladas por año. El cloro no ocurre naturalmente en su forma elemental, pero los iones de cloro (cloruros retenidos a través de fuertes enlaces) son abundantes en el medio natural como cloruro de sodio (sal común) y otros metales clorados en la superficie de la tierra. Sólo una pequeña cantidad de compuestos organoclorados se producen naturalmente, y en mínimas cantidades, sobre todo en el medio acuático, donde cumplen importantes funciones, como en el caso de los antibióticos clorados producidos por la naturaleza. En la industria se convierte el cloruro de sodio, a través de un proceso de electrólisis en gas clorado e



Además de producirse en la manufactura del papel, los organoclorados se generan en aerosoles, plásticos como el PVC y sistemas de congelamiento en refrigeradores







átomos de cloro varía entre uno y ocho, dando origen a 75 variedades diferentes de dioxinas. El compuesto 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-dioxin tiene una toxicidad mayor que cualquier otro compuesto sintético conocido. Esta dioxina ha sido identificada en los efluentes de las fábricas de pulpa y papel. De hecho, las dioxinas constituyen el organoclorado más numeroso en los mismos y uno de los más estudiados por su particular peligrosidad.

### 3.2 ¿Porque son tan **peligrosos** los organoclorados?

La naturaleza dañina de los organoclorados se debe a su persistencia, su toxicidad y su capacidad de acumularse en los tejidos de los seres vivos. Estas tres propiedades juntas hacen de los organoclorados una de las sustancias más peligrosas a las que el medio ambiente haya sido expuesto hasta ahora.

La mayoría de los organoclorados son extremadamente estables. Su corazón de cloro-carbono es, en general, muy fuerte y resiste a ser roto por

procesos bioquímicos y físicos naturales. Debido a que la mayor parte de los organoclorados son extraños a la naturaleza, los organismos vivos no han desarrollado aún mecanismos para descomponerlos. Como resultado, muchos organoclorados persisten en el ambiente por largos periodos de tiempo. Algunos requerirán de 100 años para reducirse a iones de cloro inofensivos. Peor aún, cuando los organoclorados se descomponen, usualmente producen otros organoclorados (gracias a que el enlace de carbón-cloro permanece intacto) y éstos pueden resultar incluso más tóxicos que la sustancia original. El número de organoclorados (no identificados aún) producidos de esta manera parece ser abundante. Gracias a que el ritmo al cual se producen supera por mucho el ritmo al cual se descomponen, la carga de organoclorados sobre la biosfera está creciendo año con año. Durante millones de años los procesos naturales han limitado estrictamente el nivel de organoclorados en el medio ambiente, hoy a causa de la producción industrial estas sustancias están acumulándose en cada rincón del planeta.

La mayor parte de los organoclorados son lipofílicos pues se disuelven más rápidamente en grasas y aceites de lo que lo hacen en agua. En el medio acuático, tienden a acumularse en los tejidos grasos de los organismos vivos. La concentración de organoclorados a través de este proceso de bioacumulación es sumamente alta. Por ejemplo, se ha demostrado que el compuesto TCDD (una de las dioxinas más tóxicas) se acumula en los tejidos de los peces en concentraciones hasta 159,000 veces más altas que en el agua en la que los peces se mueven. Los animales en la cima de la cadena alimenticia -mamíferos acuáticos como delfines y focas- están expuestos a las más altas concentraciones de organoclorados. Este proceso es llamado biomagnificación, debido a que los químicos acumulados en un nivel de la cadena alimenticia, son concentrados en el siguiente nivel, cuando el predador come su presa. Los seres humanos están al final de varias cadenas alimenticias, por lo tanto están expuestos a las concentraciones más altas de organoclorados. Las poblaciones que consumen altas cantidades de pescado y mamíferos marinos están en especial riesgo. Estudios recientes demuestran que los Inuits, que habitan en el Québec Ártico, muy lejos de los centros

industriales, presentan niveles extremadamente altos de organoclorados en los tejidos y en la leche materna, debido a su alto consumo de grasa de foca. Los organoclorados que son acumulados en los tejidos grasos son rápidamente movilizados a la corriente sanguínea y a la leche materna y pueden por lo tanto ser transferidos a través de la placenta hasta el feto, y al recién nacido durante el periodo de lactancia. De este modo, son "heredados" de una generación a otra. Se ha estimado que los organoclorados transmitidos exclusivamente de madre a hijo pueden incluso ser detectables después de cinco generaciones.

Al no ser solubles en agua, los organoclorados generalmente migran. Los más volátiles lo hacen de la superficie del agua hacia la atmósfera, los menos volátiles se trasladan a los sedimentos y desde allí a la cadena alimenticia. Por esta razón están actualmente presentes en agua, aire y seres vivientes en todas partes del planeta, desde las profundidades del mar hasta la estratosfera, desde el Ártico hasta el Antártico. La parte noreste del Mar Atlántico está considerada como una de las zonas más altamente contaminadas con organoclorados (justo donde se ubican las poderosas industrias papeleras de Escandinavia), sin embargo se han encontrado rastros de contaminación por estos compuestos en los tejidos de los osos polares de Canadá y Alaska, en los pingüinos antárticos, en delfines y otros cetáceos de aguas continentales.

### 3.3 Los **efectos** de los organoclorados

Muchos organoclorados son producidos precisamente por su peligrosidad, como herbicidas, pesticidas y desinfectantes. Debido a que pocos organismos cuentan con los mecanismos defensivos para enfrentarse a estos compuestos, los organoclorados tienen graves, y potencialmente letales efectos sobre una gran variedad de especies. La toxicidad de un compuesto organoclorado depende no solo de su química particular sino también de la especie, la raza, la edad y el sexo del ser afectado. La capacidad de daño que un organoclorado pueda causar depende también de la habilidad de una especie en particular para desintoxicarse. Por ejemplo, un conejillo de indias es aproximadamente



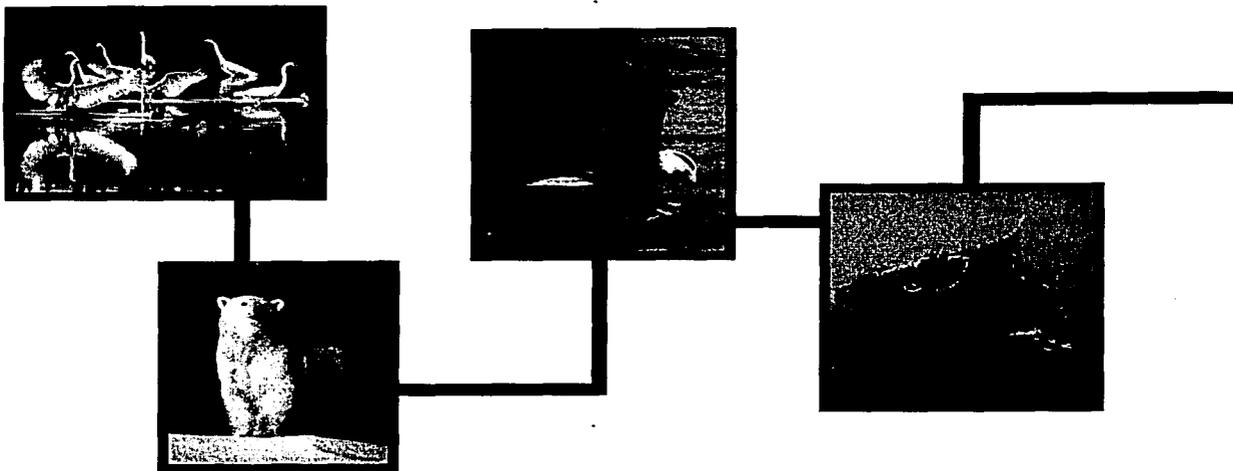
La región de los Grandes Lagos en Norteamérica, a cuyas orillas se ubican numerosas industrias papeleras, es una de las zonas donde la presencia de organoclorados ha tenido graves impactos sobre el ecosistema.



Otra de las áreas más afectadas, el Mar Báltico, que recibe los efluentes de las papeleras escandinavas.

1000 veces más sensible al efecto letal de cierto tipo de dioxinas que un hámster. La presencia de cloro en una molécula la hace más difícil de descomponer, y entre más cloro contenga, más difícil será el proceso. En general, la estructura bioquímica de un organismo tratará de romper un elemento extraño hasta una forma en la que sea fácilmente excretable. Este proceso involucra un grupo de enzimas que son encontradas en altas concentraciones en el hígado de muchos animales, pero también en otros órganos del cuerpo, incluidos los riñones. Debido a esto, el hígado y los riñones parecen ser el principal objetivo de los efectos tóxicos de muchos organoclorados. En el otoño de 1969, 15,000 grullas murieron en el Mar Irlandés. Análisis encontraron que los cuerpos tenían daños en el hígado y los riñones asociados con organoclorados.

Muchas evidencias sugieren que los mamíferos marinos son especialmente susceptibles a la contaminación por organoclorados, debido a que poseen mayores reservas de grasa donde los químicos pueden ser concentrados. Cuando un animal se enferma o es herido, hace uso de sus reservas de grasa para convertirlas en energía, liberándose los organoclorados en el torrente sanguíneo, afectando hígado, riñones y otros órganos. Las crías están bajo especial riesgo después de nacer porque los organoclorados acumulados en la grasa de la madre serán redistribuidos a través de la leche, recibiendo de esa manera altas dosis de estos químicos. Diversas poblaciones de delfines y ballenas están mermando debido a los efectos que sobre su reproducción y el aumento de la mortalidad entre los jóvenes producen los organoclorados. También se han observado malformaciones en espina



dorsal, úlceras, problemas respiratorios, tumores en los ovarios y pérdida de dientes. Muchos de estos efectos han sido observados en especies viviendo en aguas oceánicas, lo que nos habla de la expansión de la contaminación por organoclorados. Las focas también han sido particularmente afectadas por una variedad de problemas de desarrollo y esterilidad. Incluso han sido registrados altos niveles de concentración de organoclorados en osos polares viviendo a miles de kilómetros del centro industrial más cercano.

**Reproducción y malformaciones congénitas.** Normalmente, los animales pueden defenderse de las toxinas pues éstas inducen la producción de enzimas que las eliminan. Algunas de las enzimas inducidas por los organoclorados son las mismas que ayudan a mantener el nivel hormonal de los animales en equilibrio. La activación inducida de estas enzimas causa entonces que la progesterona y la testosterona sean eliminadas más rápido de lo usual, lo que ocasiona graves fallas reproductivas. Además interrumpen el ciclo del estrógeno, reducen la habilidad para concebir e inducen al aborto.

En la microcapa marina han sido encontrados niveles de organoclorados de 10 a 10,000 veces mayores a los encontrados en el agua misma.



La grulla, el oso polar, el águila calva, la ballena y el pinguino son de las especies que ya se han visto afectadas por la acumulación de organoclorados en el medio ambiente.

Este es un ecosistema altamente productivo compuesto por bacterias, algas, hongos, protozoos y larvas de diversos organismos acuáticos y constituye la base misma de la cadena alimenticia marina. Los científicos han encontrado que los organoclorados interrumpen el desarrollo de los huevos y de las larvas de este ecosistema, inhibiendo la división celular. También fueron encontradas malformaciones, defectos físicos y aumento de la mortalidad prenatal.

En diversas poblaciones de peces, principalmente del Mar Báltico, California y la Región de los Grandes Lagos de Norteamérica las altas concentraciones de organoclorados han producido un aumento en las tasas de mortalidad en peces jóvenes, cuyos padres y huevos han sido contaminados. En estas regiones, la presencia de estos compuestos también se asocia a varias enfermedades, malformaciones físicas, desórdenes en el hígado, disfunción celular, cambios en la composición sanguínea, en la piel y en las branquias. Estos efectos se han observado en peces que están hasta 20 ó 30 kilómetros de distancia de la fuente de contaminación. Este problema es especialmente grave en el Mar Báltico, donde existen numerosas plantas de papel vertiendo efluentes sobre sus aguas.

En las aves de la región de los Grandes Lagos los organoclorados han producido el adelgazamiento de la cáscara de los huevos, lo que significa que un número menor de ellos sobrevivirá. Los polluelos también han sufrido deformidades y su tasa de mortalidad es mayor a lo usual.

**Imitación de hormonas naturales.** Otra alarmante consecuencia de la presencia de organoclorados es la imitación de hormonas naturales. Algunos organoclorados se comportan como el estrógeno, y pueden conducir a la feminización de los machos en ciertas especies, como ha sucedido con el águila calva. Esto significa que los afectados gradualmente adquirirán características femeninas y se volverán estériles. Otro efecto devastador de las dioxinas es su capacidad para interferir con la función de ciertos genes, causando una gran variedad de alteraciones en el sistema inmunológico y afectando la manera en que los genes controlan procesos tan diversos como la defensa contra enfermedades, la división y diferenciación celular y la producción de tumores.

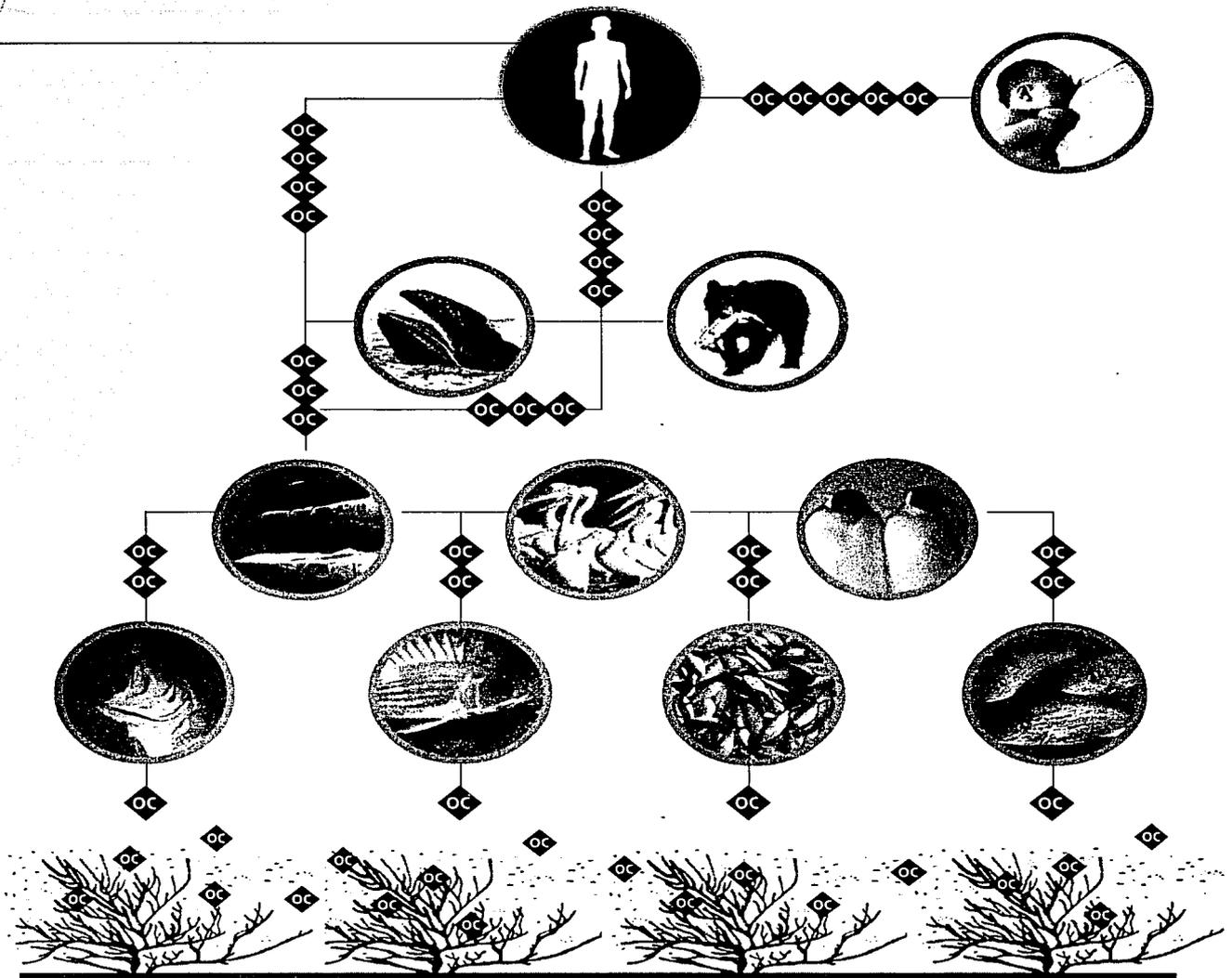
**Daños sobre el sistema inmunológico.** El daño que causan los organoclorados sobre el sistema inmunológico tiene serias implicaciones sobre la salud de cualquier criatura, pues reduce sus defensas naturales y por lo tanto, les hace mucho más vulnerables a infecciones y enfermedades. Las dioxinas pueden causar disfunción en la tiroides y reducción en el número de leucocitos.

**Cáncer.** En experimentos de laboratorio, muchos organoclorados han causado cáncer de hígado. Al parecer actúan neutralizando la capacidad del organismo de descomponer otras sustancias cancerígenas o bien, convirtiéndolas en cancerígenos aún más potentes.

### 3. 4 El impacto de los organoclorados en los seres humanos

Dada la variedad de efectos de los organoclorados sobre los animales, es inevitable pensar que los humanos sean también vulnerables a los mismos. La progresiva contaminación de los medios acuáticos nos expone a estos químicos a través de la cadena alimenticia. Se han detectado organoclorados en concentraciones lo suficientemente altas para producir efectos graves en los tejidos grasos de seres humanos, en especial en los países industrializados y en poblaciones en cuya dieta los productos del mar son frecuentes. Aunque todavía está sujeto a controversia, existe evidencia de que las dioxinas son poderosos cancerígenos y se encuentran asociadas al cáncer de mama en mujeres. En niños cuyas madres presentan altas concentraciones de organoclorados fue observado un peso menor al nacer, circunferencia craneal disminuida y pobre coordinación, en comparación a los hijos de madres no contaminadas. También está siendo estudiada la baja presencia de esperma encontrado en el semen de ciertas poblaciones masculinas expuestas a la presencia de estos químicos. Uno de los aspectos más preocupantes de los posibles efectos que los organoclorados pueden tener sobre la especie humana es el relativo a su transmisión a través de la placenta y de la leche materna, lo que podría tener devastadores consecuencias sobre la tiroides y el desarrollo del feto y producir malformaciones físicas, de la misma manera en la que ha sucedido con

A través de la cadena alimenticia, los seres humanos están expuestos a altas concentraciones de organoclorados, que incluso pueden ser transmitidos a los lactantes por medio de la leche materna.



muchos animales. También han sido reportados un aumento en la incidencia de diabetes y endometriosis (una enfermedad que ataca el útero femenino) entre sectores de la población que fueron expuestos a organoclorados. Parece ser que los organoclorados tienen la capacidad de atacar diversos órganos y funciones en el cuerpo humano, y si bien

esto aún no está plenamente demostrado, las evidencias nos dejan suponer que el cuerpo humano puede ser susceptible a los efectos de estos compuestos.

### 3.5 Alternativas al uso del cloro en el **blanqueo de papel**

Ante los apabullantes resultados de las investigaciones realizadas acerca de los efectos que la concentración de organoclorados produce sobre los seres vivos, las principales industrias consumidoras de cloro han avanzado en el desarrollo de alternativas que eliminen los procesos que requieren su uso.

En la industria papelera, desde hace un par de décadas se han introducido nuevas técnicas para la producción de pulpa blanqueada. Los métodos alternativos que más están siendo usados actualmente son el Elementally Chlorine Free (ECF) y el Total Chlorine Free (TCF). La sustitución de cloro ha alcanzado un avance significativo en Europa y las industrias papeleras de Estados Unidos y Canadá se mueven rápidamente en esa dirección. Sin embargo, las evidencias sugieren que en el resto de los países, incluido México, el uso del cloro aún es práctica común.

Los objetivos principales de estas técnicas son reducir la cantidad de lignina residual que entra a la etapa de blanqueo (a través del preblanqueo) y el reemplazo del cloro como agente de blanqueo. La implementación de estas técnicas también pretende conseguir el cierre del sistema de agua usado en la fábrica, haciendo posible su reuso y minimizando la cantidad de agua desechada por la fábrica.

#### 3.5.1 Preblanqueo

Después de la cocción, del 5 al 10% de la lignina permanece en la pulpa, dándole una intensa coloración, marrón en el caso de la pulpa kraft y gris amarillento en el caso de la pulpa al sulfito. Los tóxicos



**Papel brillantemente blanco...  
¿a cambio de qué?**

organoclorados se producen cuando la lignina es removida de la pulpa mediante cloro. Por lo tanto, entre más lignina sea removida antes del blanqueo, menor será la demanda de cloro y más fácil resultará su sustitución por otros agentes blanqueadores.

El uso de oxígeno ha dado buenos resultados para remover la lignina residual. Desgraciadamente, el oxígeno no reacciona tan específicamente como el cloro, de manera que afecta también a las fibras de celulosa, haciéndolas menos fuertes. En procesos convencionales, el uso de oxígeno puede reducir hasta en un 50% la cantidad de cloro usado en el blanqueo. El preblanqueo con oxígeno también resulta conveniente económicamente, ya que reduce los costos por demanda de químicos, siendo el oxígeno más barato que el cloro.

El aumento en los tiempos de cocción y otras mejoras introducidas en este proceso también han dado buenos resultados en la disminución de la lignina que entra a la etapa de blanqueo.

### 3.5.2 Elementally **Chlorine Free**



Después del preblanqueo la pulpa es blanqueada en diversas etapas, que pueden ser hasta siete. En el blanqueo ECF el cloro elemental es sustituido por dióxido de cloro o hipoclorito de sodio, sustancias que si bien están compuestas en parte por cloro, tienen un comportamiento químico muy diferente al del cloro elemental. Aquellas generalmente descomponen la lignina, dejando atrás compuestos orgánicos solubles en agua. En contraste, el cloro elemental tiende a combinarse con la lignina produciendo organoclorados. Aparentemente, la utilización de este proceso de blanqueo reduce el nivel de organoclorados presentes en los efluentes en un 80 o 90%. Sin embargo, debido a que la toxicidad de los organoclorados ha sido establecida aún a concentraciones muy bajas, la tendencia es a eliminar en lo absoluto la generación de estos compuestos de los efluentes de las fábricas de papel.

Para los fabricantes la producción de papel ECF presenta tanto ventajas como desventajas. El dióxido de cloro parece ser un mejor agente de blanqueo que el cloro elemental. Sus partidarios sostienen que es 2.5 veces más poderoso que este último y que preserva mejor la celulosa al atacar más selectivamente a la lignina. También se utiliza de un 5 a un 10% menos de agua en este proceso de blanqueo. Las inversiones necesarias para cambiar una planta de blanqueo tradicional por una ECF no son tan altas, pues requieren menos equipo y menor entrenamiento para los operadores y a largo plazo los costos de operación son menores. Las desventajas en relación al blanqueo ECF provienen básicamente del reforzamiento de las demandas ambientales para la industria papelera y la creciente preferencia de los consumidores por papeles TCF, lo que probablemente favorezca los procesos en los que se ha eliminado totalmente el cloro, que a largo plazo significaría una nueva reconversión tecnológica para las industrias. El dióxido de cloro también tiende a aumentar de precio debido al aumento de su demanda, no solo en la industria papelera sino en muchas otras en las que también puede sustituir al cloro.

### 3.5.3 Total Chlorine Free



A comienzos de los 90's el proceso de blanqueo Lignox fue introducido. En éste, la pulpa es pretratada con oxígeno y otros agentes, seguido por un proceso de extracción con peróxido de hidrógeno. Otra técnica técnica alterna desarrollada fue la de blanqueo por ozono. El ozono actúa mejor que otros agentes blanqueadores al eliminar la lignina, pero también ataca la celulosa. Sin embargo, haciendo ajustes en el orden de las etapas de blanqueo este inconveniente puede ser minimizado.

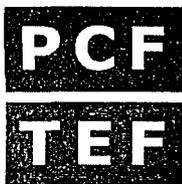
El uso de estos dos procesos por separado o bien su combinación ha dado excelentes resultados, produciendo papeles tan blancos como los blanqueados con cloro y ha sido introducido a gran escala en numerosos industrias papeleras, especialmente en el norte de Europa. Su principal objetivo es la anulación total de la formación de organoclorados en el

**Proceso  
convencional**

proceso de blanqueo y eventualmente, la facilitación de reciclaje del agua utilizada en él.

Al igual que el ECF, el proceso TCF presenta inconvenientes y ventajas para los fabricantes. Los papeles TCF pueden tener una calidad ligeramente menor que los blanqueados con cloro, e incluso que los ECF. Debido al costo de las inversiones requeridas y el aún reducido mercado que existe para estos papeles, su precio de venta suele ser más alto. Si bien requiere inversiones mayores, los costos de operación de una planta TCF son sensiblemente más bajos que los de una planta de blanqueo con cloro, debido a que el peróxido de hidrógeno es más barato y a que el ozono puede ser producido por el fabricante mismo. Uno de las desventajas más problemáticas del papel TCF es que de alguna manera obstruye la posibilidad de usar fibra reciclada postconsumo en el mismo. Debido a que los métodos de blanqueo sin cloro desarrollados hasta ahora tienden a debilitar las fibras de celulosa, su combinación con fibra secundaria tiene un impacto notable sobre la resistencia del papel.

### 3.5.4 Otras **alternativas**



Aún están siendo desarrollados procesos para conseguir la producción de papel reciclado TCF, utilizando como ventaja el hecho de que el papel postconsumo produce una pulpa de una coloración mucho menor que la virgen y no requiere un proceso intensivo de blanqueo. Una de ellas es producción de los papeles denominados Process Chlorine Free (PCF).

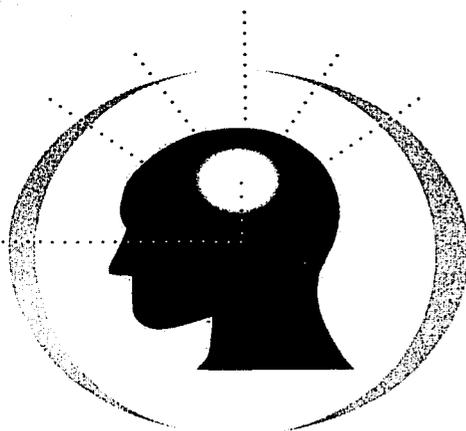
Otra aproximación a un manejo más integral de los efectos ambientales de la producción de papel lo constituye el Total Effluent Free (TEF) que tiende a cerrar el sistema de efluentes de la fábrica, de manera que no se libere materia orgánica ni compuestos tóxicos, mediante la recuperación y reuso del agua y las sustancias químicas utilizadas en el proceso de fabricación de papel. El objetivo de este proceso no es sólo eliminar los organoclorados de los efluentes, sino reducir los efluentes mismos.

### 3.6 Iniciativas para **reducir** el uso de cloro y la producción de organoclorados en la industria

Es evidente que la contaminación ambiental con organoclorados ha alcanzado niveles críticos, que hacen necesarias acciones inmediatas para detener su producción. Gracias a la presión de la comunidad científica y a la abrumante presentación de pruebas acerca de la peligrosidad de los organoclorados, los gobiernos de distintos países han estimulado el desarrollo de tecnologías que permitan la total eliminación de cloro en los procesos industriales. Al mismo tiempo, la urgencia por solucionar este grave problema de contaminación ha dado origen a la formación de diversas comisiones internacionales. En la Tercera Conferencia sobre Protección del Mar del Norte, en 1990, se acordó que "todas las sustancias que signifiquen una amenaza mayor para el medio marino,



como la dioxinas, deben alcanzar una reducción del 70% para 1995". En la Convención de París, en 1992, los participantes establecieron el compromiso de "implementar mecanismos que permitan la eliminación de todo tipo de sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulables (entre las cuales se encuentran los organoclorados)". En 1993, en la Convención de Barcelona fue firmado un acuerdo similar aplicable a las fuentes de emisión de organoclorados sobre el Mar Mediterráneo. La Comisión Internacional de los Grandes Lagos (EU y Canadá) ha reconocido que la formación de dioxinas amenaza la vida en el ecosistema de la región y ha establecido líneas de acción para detener la producción de cloro y sus derivados. En los Estados Unidos, la Casa Blanca firmó el Clear Water Act, en el que se propone "desarrollar una estrategia nacional para reducir, sustituir o prohibir el uso de cloro y compuestos clorados". La existencia de una preocupación clara y explícita a nivel mundial acerca de la peligrosidad de los organoclorados representa una muestra más de la necesidad de emprender acciones coordinadas entre industrias, gobiernos y consumidores tendientes a alcanzar el objetivo de "cero emisiones" de organoclorados para todas sus fuentes.



### 3.7 El **diseñador gráfico** y el papel libre de cloro

La única diferencia que puede existir entre la calidad de un papel que no ha sido blanqueado con cloro y otro que sí lo ha sido está en su brillantez. Esto se debe principalmente a los inconvenientes técnicos, al hecho de que las tecnologías de blanqueo sin cloro no están totalmente perfeccionadas. No obstante, el estado actual de las investigaciones al respecto nos hacen pensar que estos inconvenientes serán superados en un futuro no muy lejano.

Al igual que en el caso del reciclaje del papel, la gran tarea de los diseñadores es impulsar una producción y oferta estable, y creciente, de papeles para escritura e impresión totalmente libres de cloro. En este tipo de papeles la inclinación hacia la blancura perfecta está muy

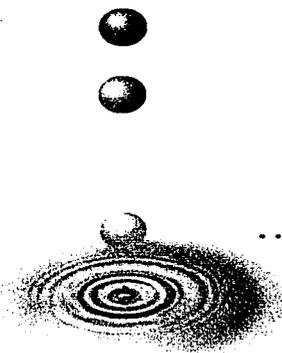
arraigada. Podremos encontrar muy pronto en el mercado papeles TCF con las características de brillantez que los blanqueados con cloro, pero es muy probable que ello se consiga a expensas de la adición en el papel de otras sustancias que se revelen tóxicas al ambiente, como sucede con las tintas fluorescentes y el dióxido de titanio que se le adhieren para hacerlo aún más blanco y brillante. Por lo tanto la pregunta de fondo es ¿realmente necesitamos papeles tan blancos? ¿no podemos desarrollar una tolerancia hacia una tonalidad ligeramente amarfilada o grisácea o hacia pequeñas motas diseminadas en nuestro papel? ¿no es verdad que, haciendo algunos ajustes conceptuales, hasta podremos encontrar este tipo de papeles mucho más agradables a la vista que los papeles totalmente blancos? En realidad eso es lo que sucede con los papeles texturados que tan de moda están y que los diseñadores erróneamente llamamos "reciclados".

En apariencia resulta fácil responder a estas preguntas afirmativamente. Sin embargo, basta darse una vuelta por el supermercado y observar las preferencias de compra. La mayoría de los consumidores tienden a adquirir los papeles más blancos, porque se asocian al color blanco propiedades como "pureza, limpieza, higiene, calidad", a pesar de la existencia de papeles con etiquetas "ecológicas" y de que, en menor o mayor medida, la gente sabe que hacer una compra ecológica es lo correcto. Desinformación pura. Porque en realidad el consumidor común no sabe cuál es el precio de disponer de papeles tan blancos. Ni siquiera conoce los riesgos inmediatos, como en el caso de papeles blancos que están en contacto con alimentos (se ha demostrado que los organoclorados tienden a desprenderse del papel).

¿Qué diferencia hay entre imprimir en un papel con una coloración similar a la del papel periódico y otro totalmente blanco? A nivel funcional y práctico ninguna. El diseño seguirá informando y/o comunicando. La diferencia en el color del papel tampoco representa ninguna inconveniencia para el impresor. Y seguramente, ofreciendo una exposición breve y concisa de las serias consecuencias de los organoclorados sobre el medio ambiente, los problemas de percepción también serían superados.



“papel TCF” y “papel ECF” no se puede garantizar la validez de estos etiquetados. Ni siquiera en los países desarrollados se han establecido parámetros para la comercialización de papeles total o parcialmente libres de cloro. Por la gravedad de los efectos que los organoclorados tienen (y siguen teniendo) sobre los distintos medios en los que han sido descargados, y que repentinamente se dió a conocer, los esfuerzos han sido mayoritariamente enfocados al desarrollo de alternativas al uso del cloro no sólo en la industria papelera, sino en todas las que lo utilizan; sin dedicarse demasiada atención a los aspectos relativos a la información al público consumidor. Para aclarar la confusión reinante es urgente la demanda por parte de los consumidores de mecanismos oficiales que verifiquen y controlen el etiquetado de papeles libres de cloro.



## CAPITULO 4

---

# Las tintas

**E**l otro gran recurso utilizado en la impresión de un producto, además del papel, son las tintas. Las tintas para impresión están compuestas básicamente de pigmento, agente aglutinante, solvente y aditivos. De entre éstos, los que representan un riesgo ambiental importante son el pigmento y el solvente. Actualmente es posible encontrar tintas en las que los aspectos negativos del pigmento ya han sido resueltos, no obstante, lo relativo al solvente aún está en fase experimental y las alternativas ecológicas aún no son fáciles de encontrar, sobre todo en nuestro país.

### 4.1 Los pigmentos en las tintas

Los pigmentos utilizados para conseguir la coloración en las tintas para impresión provienen de distintas fuentes minerales. Casi desde el inicio de la fabricación masiva de tintas, se recurrió a diversos metales pesados para conseguir colores especialmente brillantes. Doce de estos metales se han revelados agresivos con el ambiente y de particular toxicidad para la salud de los seres vivos, incluida la de los seres humanos. Estos metales son antimonio, arsénico, bario, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata y zinc.

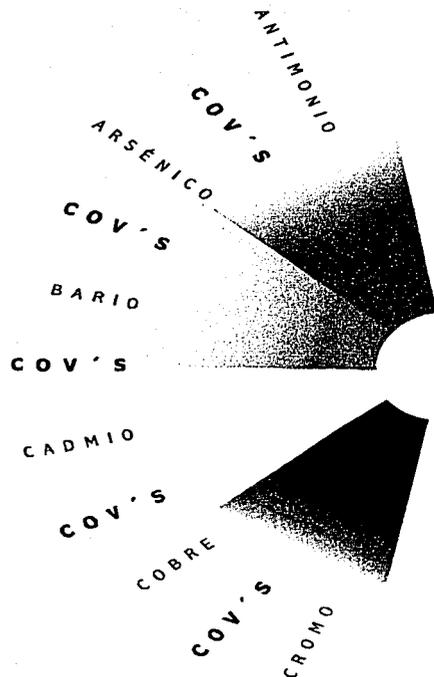
Los metales pesados están presentes de forma natural en el suelo en cantidades mínimas, que no representan ningún peligro. Sin embargo, la industria de tintas y pinturas los ha extraído y concentrado para obtener

ciertos colores en sus productos. El problema principal radica en que estos metales pesados son después liberados al ambiente de tres maneras: (1) a través de la tinta desechada en las imprentas y que debe ser manejada como un residuo peligroso, (2) en los materiales impresos que son después desechados o incinerados y (3) en los fangos generados durante el proceso de desentintado y repulpeo de papel recuperado en la fabricación de fibra reciclada.

## 4.2 La nocividad de los metales pesados

Ya en la antigua Roma se había encontrado que alguna enfermedades estaban relacionadas con los metales pesados. Se atribuía a las ollas, cañerías y fundiciones de plomo la pérdida de inteligencia entre los niños, y las lesiones cerebrales y el comportamiento anormal entre los adultos. El arsénico y el cadmio pueden causar cáncer. El mercurio puede producir mutaciones y daños genéticos, mientras que el cobre, el plomo y el mercurio pueden ocasionar lesiones cerebrales y óseas. El plomo ha causado ya problemas graves en muchos países y en lugares como Bangkok, Tailandia, se le ha atribuido la pérdida de cuatro o más puntos del CI (coeficiente intelectual) en 70,000 niños expuestos a altas concentraciones del mismo. En América Latina se calcula que unos 15 millones de niños están en riesgo de tener problemas de salud a causa de la contaminación por plomo. Además de los efectos mencionados anteriormente se considera que los metales pesados representan un peligro especial para los no nacidos durante el embarazo y el parto.

La contaminación por metales pesados no es exclusiva de la industria de tintas y pinturas, existe también en muchas otras y las investigaciones siguen avanzando para reducir su presencia en todas las industrias donde se utilizan. En las tintas de impresión los metales pesados son utilizados para obtener básicamente las tonalidades más brillantes de azul, rojo, verde y amarillo. Actualmente es posible sustituir los pigmentos provenientes de metales pesados en casi todos los colores donde se utilizan, las únicas dificultades importantes se han encontrado en la



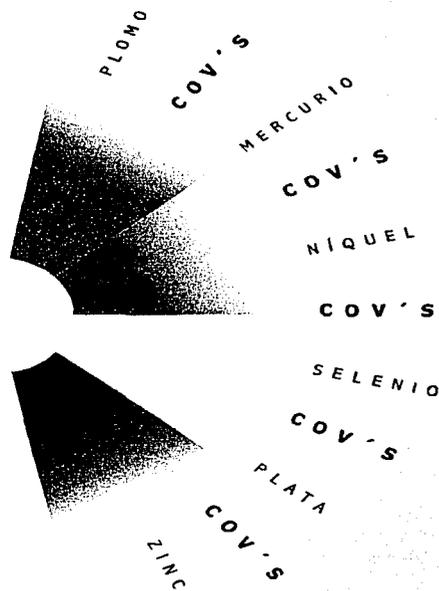
reformulación de tintas rojas, si bien las investigaciones tendientes a conseguir su sustitución siguen en progreso.

### 4.3 El **solvente** en las tintas

El otro aspecto relativo a la nocividad ambiental de las tintas para impresión es la presencia de solventes orgánicos en su composición. Estos solventes tienen una doble función, la disolución del pigmento y la aceleración del proceso de secado de la tinta en la superficie sobre la cual se aplica. En las tintas para impresión los solventes más usados son hidrocarbonados, esto quiere decir que provienen del petróleo. Su característica principal es que son extremadamente volátiles, por lo cual han sido incluidos dentro de los compuestos orgánicos volátiles (COV's). Se considera que entre el 60 y el 90% del solvente presente en las tintas se evapora, integrándose a la atmósfera. Los COV's actúan con otros compuestos emitidos por las actividades humanas y con la luz ultravioleta para formar ozono en las zonas bajas de la atmósfera, donde naturalmente no existe. Una alta concentración de ozono en estas zonas es perjudicial, tanto como el efecto deteriorante de ciertos solventes sobre la capa de ozono en la atmósfera superior. El problema es particularmente importante en lugares donde, por la ubicación geográfica, los altos niveles de radiación UV, el poco viento y las altas temperaturas se produce una inversión atmosférica evitando que los contaminantes escapen rápidamente de la zona donde se originan, tal como sucede en

la Ciudad de México (efecto invernadero). En 1998, el consumo de solventes en nuestra ciudad aportó 76,623 toneladas de COV's a la atmósfera, siendo la industria de las artes gráficas la mayor aportadora (3,180 toneladas). Es importante resaltar también que en la Ciudad de México la concentración de ozono rebasa la norma en al menos el 70% de los días del año.

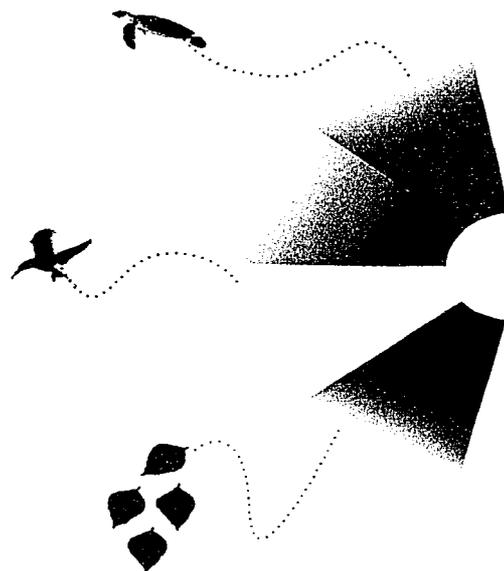
El ozono es un peligroso contaminante que produce irritaciones agudas en los ojos, enfermedades respiratorias y diferentes reacciones alérgicas. A largo plazo, se cree que una prolongada exposición puede tener efectos



cancerígenos, reproductivos y neurotóxicos. Por otro lado, los compuestos orgánicos volátiles tienen diferente solubilidad en agua y su presencia tiene diversos efectos sobre los ríos, napas freáticas y océanos y constituye un problema tan serio como la polución atmosférica. Los hidrocarburos, al igual que todas las sustancias orgánicas expuestas a ambientes naturales, se degradan por mecanismos físicos, químicos y/o biológicos. Estos mecanismos usan como fuente de energía el oxígeno disuelto en agua, por lo tanto, si la cantidad de contaminante aportada proviene de sustancias cuya descomposición se produce con una demanda muy alta de oxígeno, sus niveles pueden disminuir hasta valores incompatibles con la vida dentro del cauce receptor.

Para los trabajadores que están directamente expuestos a la evaporación de estas sustancias los riesgos son aún mayores. En lugares cerrados los COV's son absorbidos a través de la piel y por inhalación. El contacto directo con la piel permite que el disolvente pase a la sangre, causando efectos inmediatos y a más largo plazo. La inhalación constituye la vía de exposición más peligrosa porque los pulmones son muy eficaces en distribuir una sustancia por todo el cuerpo, pudiéndose inhalar concentraciones muy elevadas en un corto plazo, además de las dificultades para controlar esta vía de exposición.

En vista de los graves problemas que representa la utilización de solventes orgánicos en la fabricación de tintas (y gracias también a la crisis del petróleo desatada hace una par de décadas) se ha investigado la posibilidad de reemplazarlos con solventes de origen vegetal. Antes de que las tintas base petróleo se popularizaran, las tintas base vegetal eran la regla. Las tintas con solventes orgánicos fueron introducidas a principios de la década de los 60's, por su bajo costo y sus mejores propiedades de secado, y pronto dominaron el mercado. Hoy, las tintas base vegetal están de vuelta, reformuladas para actuar tan bien, y en ocasiones mejor que las tintas hidrocarbonadas, y con riesgos mucho menores para el medio ambiente y para la salud de los trabajadores.



#### 4.4 Las tintas base soya

En 1979 la Asociación Americana de Editores de Periódicos condujo una investigación para encontrar alternativas a las tintas base petróleo comúnmente usadas en la impresión de periódicos. En ese momento los precios del petróleo y sus derivados eran muy inestables y la industria de tintas era muy sensible a las fluctuaciones de mercado, pues en tiempos de escasez era de las primeras en sufrir falta de abastecimiento. En 1987, después de varios años de investigación, la tinta base soya fue utilizada para la impresión de periódicos por primera vez.

En las tintas base soya, el solvente hidrocarbonado es sustituido por aceite de soya, el mismo que puede utilizarse para cocinar. El aceite es extraído del frijol de soya, un recurso abundante y renovable. Aunque no fueron creadas por motivos ambientales, el uso de tintas de base soya se ha extendido debido a que emiten cantidades mínimas de compuestos orgánicos volátiles, a diferencia de las tintas convencionales. En las tintas base soya el solvente no se evapora cuando la tinta se seca, sino que el aceite se polimeriza conforme la tinta se endurece.

Las tintas base soya han comprobado ser eficaces para todo tipo de impresión e incluso presentan notables ventajas en comparación a las tintas convencionales. Además de ser ambientalmente más amigables, las tintas base soya imprimen en colores más brillantes que sus equivalentes en tintas convencionales, debido a que son más claras que éstas. Además tienden a acumularse menos en las máquinas de impresión y son más fáciles de limpiar, lo que hace más rápido el trabajo de impresión. En el caso de la impresión de periódicos es evidente que se alcanza una calidad más alta utilizando tintas base soya. Además, el cambio de tintas convencionales a las de soya no requiere inversiones extras en equipo, simplemente ciertos ajustes en la manera de trabajar. Otra ventaja importante radica en el hecho de que las tintas base soya son más fáciles de desprender en el proceso de recuperación de la fibra para

papel reciclado y también origina que los lodos residuales resultantes de este proceso sean menos tóxicos. Los impresores han reportado también que las tintas base soya funcionan mejor sobre papel reciclado que las tintas convencionales, gracias a su mayor ligereza, lo que evita en gran medida los problemas de desprendimiento de fibra, además de proporcionar una mayor adherencia sobre el papel.

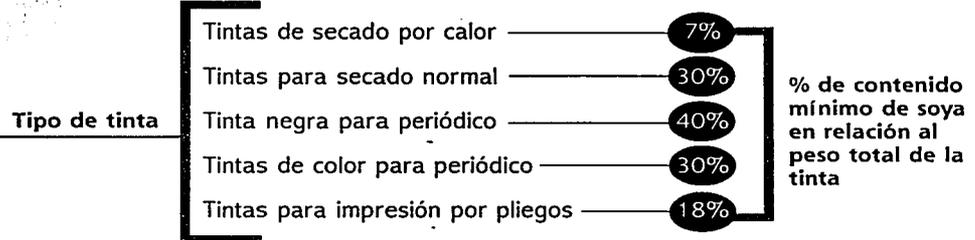
Las principales desventajas del uso de tintas base soya residen en el costo y en los tiempos más prolongados de secado. Las tintas base soya suelen costar de 25 a 50% más que las convencionales, sin embargo está comprobado que por ser más ligeras, la cantidad de tinta requerida para un mismo tipo de trabajo es menor cuando se usan tintas base soya. Esto puede significar incluso un ahorro, pues al mismo tiempo se reduce la cantidad de tiempo y materiales utilizados para limpiar las prensas. Por otro lado, las tintas base soya requieren mayores tiempos de secado que las tintas convencionales, en especial en papeles recubiertos, lo que no hace posible la sustitución al 100% del contenido de solvente proveniente de hidrocarburos para las tintas que se secan por calor (heatset).

Debido a que las tintas base soya contienen, además del solvente, aditivos y pigmentos, no son 100% degradables. Sin embargo, tienen un mayor grado de degradabilidad que las tintas convencionales y los residuos generados por las imprentas que usan tintas base soya son menos peligrosos.

El uso de tintas base soya está muy popularizado actualmente, en especial para la impresión de periódicos, aunque es posible encontrar tintas base soya para todo tipo de impresión, incluyendo para litografía offset. La cantidad de aceite de soya incluida varía en cada tinta, pues en algunas, como las utilizadas en prensas de secado por calor, no es posible sustituir el solvente más allá del 10% del peso de la tinta. La única guía existente al respecto es la proveniente de la Asociación Americana de la Soya para su programa de certificación de tintas base soya, en el que se especifica

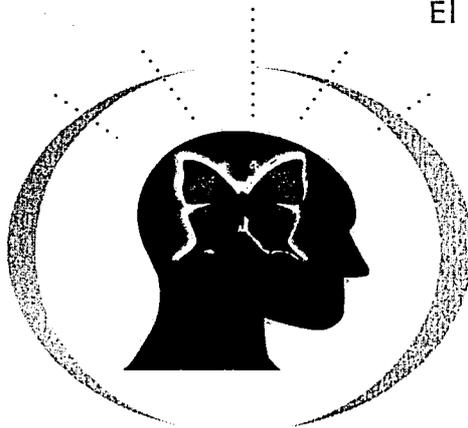


el contenido mínimo de aceite de soya, en base al peso total del producto, para que las tintas certificadas puedan portar el sello "Soy Seal" emitido por esta asociación:

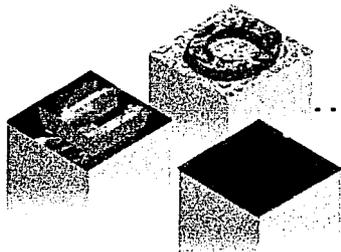


Además del aceite de soya existen otros aceites vegetales que pueden ser utilizados para sustituir el solvente de petróleo. Entre estos se cuentan los aceites de lino, algodón, girasol y canola. Otra iniciativa exitosa es la de mezclar aceites vegetales con resina proveniente de árboles de pino.

### El diseñador gráfico y las tintas ecológicas



Los diseñadores gráficos podemos fortalecer la producción de tintas ecológicas si creamos una demanda constante y estable para ellas. El problema de los metales pesados ha sido casi superado, si bien aún no se han encontrado sustitutos para algunos pigmentos que aún los contienen (en especial los rojos). Queda un camino más largo por recorrer en lo concerniente al contenido de solvente en las tintas, aunque la producción de tintas a base de agua o de aceites vegetales tiende a incrementarse. Como en el caso del papel, la adquisición de estas capacidades implica fuertes inversiones que para concretarse deben estar respaldadas por un mercado sólido para estas tintas. Los impresores deben también hacer ajustes en su manera de trabajar, a lo que probablemente no se muestren muy entusiastas. Está comprobado que la utilización de tintas sin solvente tiene notables ventajas para los impresores, y existen guías cuyo objetivo es facilitar la adaptación del



## CAPITULO 5

# *La imprenta*

**E**n la realización de un trabajo de diseño que requiera ser impreso, la elección y el control sobre el sistema de impresión al que será sujeto generalmente son responsabilidad del diseñador gráfico. En muchos casos, el diseñador incluso tendrá que hacer supervisiones "a pie de imprenta" lo que significa estar presente en las etapas finales del proceso para autorizar la impresión definitiva de su producto. Este proceso de producción de un diseño está compuesto de distintas etapas e involucra distintos materiales, que desde hace varias décadas han sido sujeto de estudios por sus efectos ambientales. Desde entonces y hasta el momento se ha realizado intensas investigaciones destinadas a sustituir y hacer las modificaciones necesarias para atenuar y en la medida de lo posible eliminar dichos efectos. Estas investigaciones continúan realizándose y se han aplicado con éxito en la industria de artes gráficas de diferentes países.

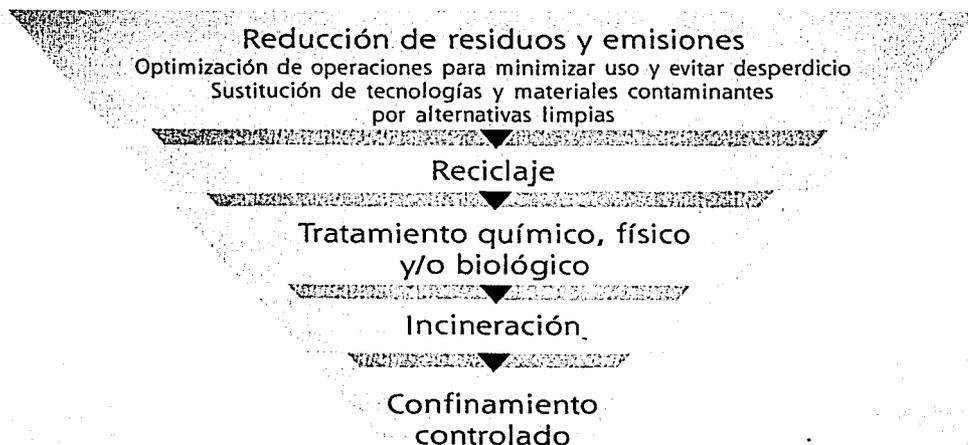
Los dos insumos de mayor importancia en el proceso de impresión son el papel y la tinta. Sus efectos ambientales ya han sido tratados en los capítulos anteriores, en éste abordaremos el problema del proceso de impresión litográfica offset, por ser el más utilizado para la impresión de los productos del diseño gráfico. Algunos productos de diseño requieren la impresión mediante otros sistemas (como la flexografía para empaques) pero debido a que los procesos de impresión masiva siguen más o menos las mismas etapas y utilizan los mismos insumos, la exposición de lo relativo a la impresión offset puede servir como guía para los otros sistemas.

La industria de las artes gráficas impacta al medio ambiente de dos maneras principalmente:

**Por generación de residuos.** El papel y la tinta son los componentes más importantes de los residuos generados de las operaciones de impresión. Pero también pueden encontrarse películas y placas usadas o dañadas, trapos o papeles utilizados para limpiar las prensas, envases vacíos, distintas soluciones usadas durante el proceso para limpiar u optimizar la operación y químicos fotográficos.

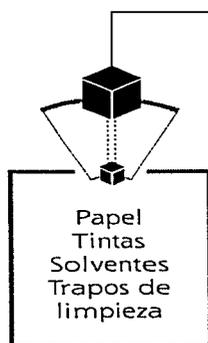
**Por emisiones a la atmósfera.** Son el problema más grave en las imprentas, pues se utilizan grandes sumas de solventes en los procesos de impresión que al evaporarse liberan altas cantidades de compuestos orgánicos volátiles (COV's), que de la imprenta pasan a los pulmones de los trabajadores y a la atmósfera exterior. Como ya se ha visto en el capítulo referente a las tintas, los COV's contribuyen a la formación de smog y tienen graves consecuencias sobre la salud humana.

La estrategia mediante el cual se pretende conseguir un óptimo manejo de los residuos y emisiones de las operaciones de una imprenta se configura de la siguiente manera:



Lo que la imprenta debe perseguir es principalmente la reducción de los residuos y las emisiones. Es imposible esperar que éstos se reduzcan hasta un nivel cero, así que las emisiones y residuos que aún sean generados deben ser minimizados al máximo a través del reciclaje y lo que no sea posible reciclar debe disponerse de la manera más segura posible.

### 5.1 Reducción de residuos y emisiones generados por las imprentas



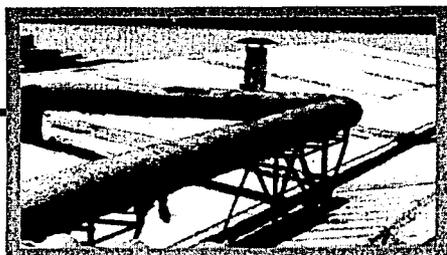
En la etapa de prueba es donde se genera el mayor desperdicio de papel y tinta en una imprenta y existen distintos mecanismos que pueden ayudar a reducirlo. Están disponibles controles automatizados de registro y balance de agua y tinta que permiten que cada una de estas variantes sean controladas con mayor precisión que con los ajustes manuales y mediante los mismos puede alcanzarse el estado de impresión deseado con menos pruebas, reduciendo la cantidad de tinta y papel utilizados en ello.

También puede desperdiciarse papel de otras maneras, por lo que es necesario observar las siguientes prácticas:

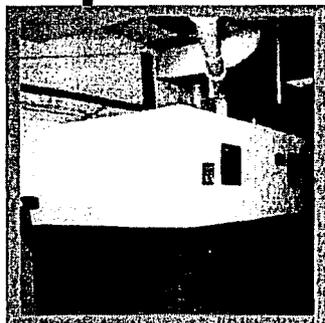
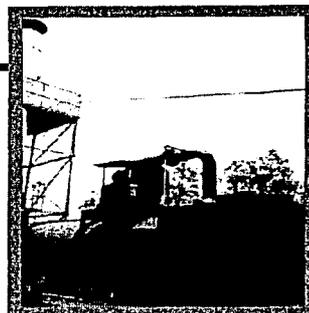
- Hacer un manejo cuidadoso de los inventarios de papel para impedir que sea estropeado durante su manejo y almacenamiento.
- Designar personal capacitado para hacerse cargo de transportar el papel desde el almacén hasta el área de impresión.
- Almacenar el papel en lugares con humedad controlada y cerrados de manera que no entren polvo y partículas.

En lo que respecta a las tintas, además del grave problema que implica la evaporación del contenido de solventes de la tinta hacia la atmósfera y de los riesgos que representa para la salud de los trabajadores en la imprenta la inhalación constante de los compuestos orgánicos volátiles, el descarte de tintas en estado sólido también es un problema ambiental, por su posible contenido de metales pesados y de otras sustancias que

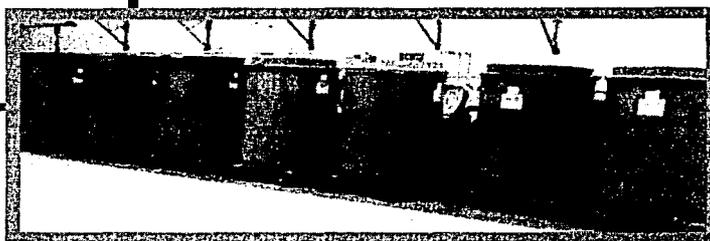
Recolector de humos contaminantes



Equipo de control de contaminantes que quema los gases antes de arrojarlos a la atmósfera



Cuarto recolector de polvo, a fin de evitar la dispersión de contaminantes



Tinacos de tinta fuera de la zona de producción para que los trabajadores no inhalen sustancias tóxicas

las hacen clasificables como residuos peligrosos. Para evitar su uso innecesario las imprentas pueden adoptar las siguientes medidas:

- Implementar una secuencia definida de aplicación de tintas (de las tintas más claras a las más oscuras es lo más común), que combinada con una planeación cuidadosa de los trabajos a imprimir reduce la cantidad de tinta utilizada, ya que la prensa no es limpiada después de la aplicación de cada tinta, sino que la misma se utiliza para imprimir diferentes trabajos.
- Mantener niveles constantes de tinta durante la impresión también sirve para reducir la cantidad de tinta desperdiciada. Niveladores automáticos de tinta están disponibles para este fin.
- Almacenar la tinta de manera correcta, en contenedores cerrados que impidan el paso del aire y de partículas que puedan secar y

contaminar la misma y que al mismo tiempo impidan la evaporación de los compuestos orgánicos volátiles.

Disminuir la necesidad de limpiar la prensa es una de las prácticas más útiles, pues reduce al mismo tiempo la cantidad de solventes, trapos y soluciones de limpieza requeridas para ello. La implementación de una secuencia en la impresión de tintas (de la que ya se ha hablado anteriormente) ayuda a este objetivo. También es de utilidad la aplicación de *sprays* especialmente formulados para evitar que la tinta se seque, cuando ésta debe permanecer en la prensa de un día para otro. La mayoría de las imprentas realizan la limpieza de la prensa de manera manual, usando trapos mojados en soluciones de limpieza. De esta manera se usa mucho solvente, que se evapora y contamina el aire con COV's. La utilización de atomizadores para aplicar las soluciones de limpieza sobre los trapos es una medida que minimiza considerablemente la cantidad de solvente utilizado.



## 5.2 Sustitución de materiales nocivos usados en las imprentas

El tipo de tinta que ha sido utilizado para imprimir sobre el papel generado por la imprenta (en especial en aquellos que tienen una fuerte carga de la misma) es un factor de suma importancia para poder facilitar el reciclaje de éste. Las tintas hechas a base de aceites vegetales (para offset) y las base agua (para flexografía y rotograbado) son la mejor opción si queremos aumentar las posibilidades de reciclaje del papel desechado por las imprentas.

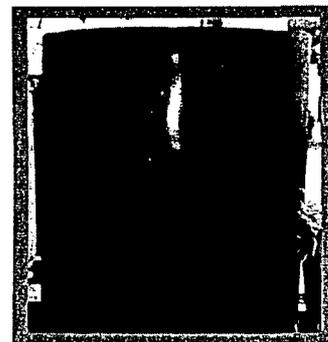
Actualmente hay alternativas disponibles para todos los productos usados en la industria de impresión que son ecológicamente inaceptables. Algunos de los químicos usados durante la etapa de filmación de negativos contienen ingredientes peligrosos, como mercurio o sales de cianuro. La plata que las películas liberan al ser reveladas también está considerada como un residuo peligroso. Existen materiales fotográficos sin plata, como las películas diazo-vesiculares y las recientemente introducidas películas electrostáticas y a base de fotopolímeros, sin embargo sus tiempos de revelado son considerablemente mayores que las convencionales.

Los aditivos humectantes son añadidos en la impresión para ayudar a la formación de una delgada capa de agua en las partes de la placa que no van a ser impresas. La práctica más común es añadir de 8 a 15% de isopropanol. Si bien es muy efectivo, en bajas concentraciones este alcohol produce irritaciones en los ojos, en la piel y en las membranas mucosas, falta de concentración, mareos y dolores de cabeza. Esta sustancia pertenece también al grupo de los compuestos orgánicos volátiles. No existen aún alternativas seguras para sustituir este alcohol, sin embargo es recomendable reducir su concentración por debajo del 10% en relación con el agua. Se está desarrollando también un sistema de impresión sin agua (waterless) que eliminaría el uso de estos agentes en el proceso de impresión.

La industria de impresión requiere del uso de agentes de limpieza (solventes), compuestos en parte por químicos peligrosos como benzeno, tetracloruro de carbono, tricloroetileno y metanol. Entre los graves riesgos que implica su uso están los efectos sobre la salud de los trabajadores, explosiones, incendios y polución del ambiente. Se ha puesto especial énfasis en la sustitución de los limpiadores para mantillas, que por estar hechos a base de petróleo contienen altas cantidades de compuestos orgánicos volátiles. Existen alternativas ecológicas a estos agentes, como los aceites de limpieza vegetales, que tienen un contenido de COV's mucho menor y son menos inflamables. Los limpiadores base solvente pueden tener un contenido de hasta 100% COV's, mientras los base vegetal generalmente tienen entre un 12 y un 30%, nivel que puede caer hasta un 2% para las mezclas de base vegetal y agua.

Los limpiadores vegetales son un poco más caros que los base petróleo, sin embargo los costos se equilibran pues aquellos rinden más que éstos y ciertos cambios requeridos en el sistema de trabajo para implementar su uso hacen que su consumo pueda ser reducido hasta en un 80%, en comparación a los viejos métodos en los que se utilizan solventes en altas cantidades.

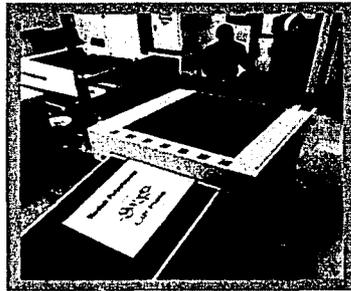
Es importante prestar atención al tipo de agentes limpiadores que se utilizan en una imprenta pues ellos son el origen de la mayor cantidad de emisiones a la atmósfera. El reemplazo de solventes está muy extendido y en las etiquetas de las soluciones de limpieza se puede



Recolector de residuos tóxicos a fin de evitar desecharlos a la red de drenaje de la vía pública



**Chimenea controlada por sistema de calentamiento para evitar la emisión de gases tóxicos a la atmósfera**



**Tecnología de filmación directa a placa (CTP)**

encontrar la información relativa al contenido de COV's, la inflamabilidad y la irritabilidad en la piel, entre otros aspectos ambientales.



**Utilización de solventes base vegetal para limpieza de prensas**

Otras opciones de sustitución de procesos que hay que tomar en consideración son las tecnologías CTF (computer to film), CTP (computer to plate) y CTPr (computer to press). La filmación digital de negativos (CTF) está bastante extendida actualmente y elimina la necesidad de elaboración de originales mecánicos. Existe una versión "seca" de esta tecnología, denominada DryTech, en la cual se utiliza una película especial sensible a rayo láser compuesta de carbón, que se revela aplicándole una carga de rayo láser infrarrojo. La ventaja de este proceso es que no

requiere de ningún tipo de sustancia química, a diferencia de la filmación de película fotográfica, lo que puede significar una considerable reducción en el costo ambiental y económico que representa esta parte del proceso. Con las soluciones CTP se elimina por completo la etapa de filmación de película, ya que de la computadora se filma la imagen directamente sobre la placa. Esto se traduce en un ahorro importante, también ecológico y económico, al evitarse el uso de materiales, químicos y energía requeridos para la filmación convencional, además de los beneficios por la reducción del tiempo de trabajo. El sistema CTPr (que es lo que en muchos casos conocemos como "offset digital") representa una excelente solución para obtener impresos de alta calidad en tiradas cortas. Mediante esta tecnología el impreso se obtiene directamente a partir del archivo electrónico, eliminando los procesos de elaboración de películas y planchas convencionales y de los materiales e insumos correspondientes.

Es importante resaltar el bajísimo nivel de desperdicio de impresión en este sistema, una de las principales "lagunas" ambientales que en los sistemas convencionales de impresión aún está resolviéndose.

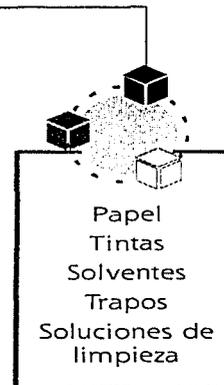
### 5.3 Reciclaje y reuso

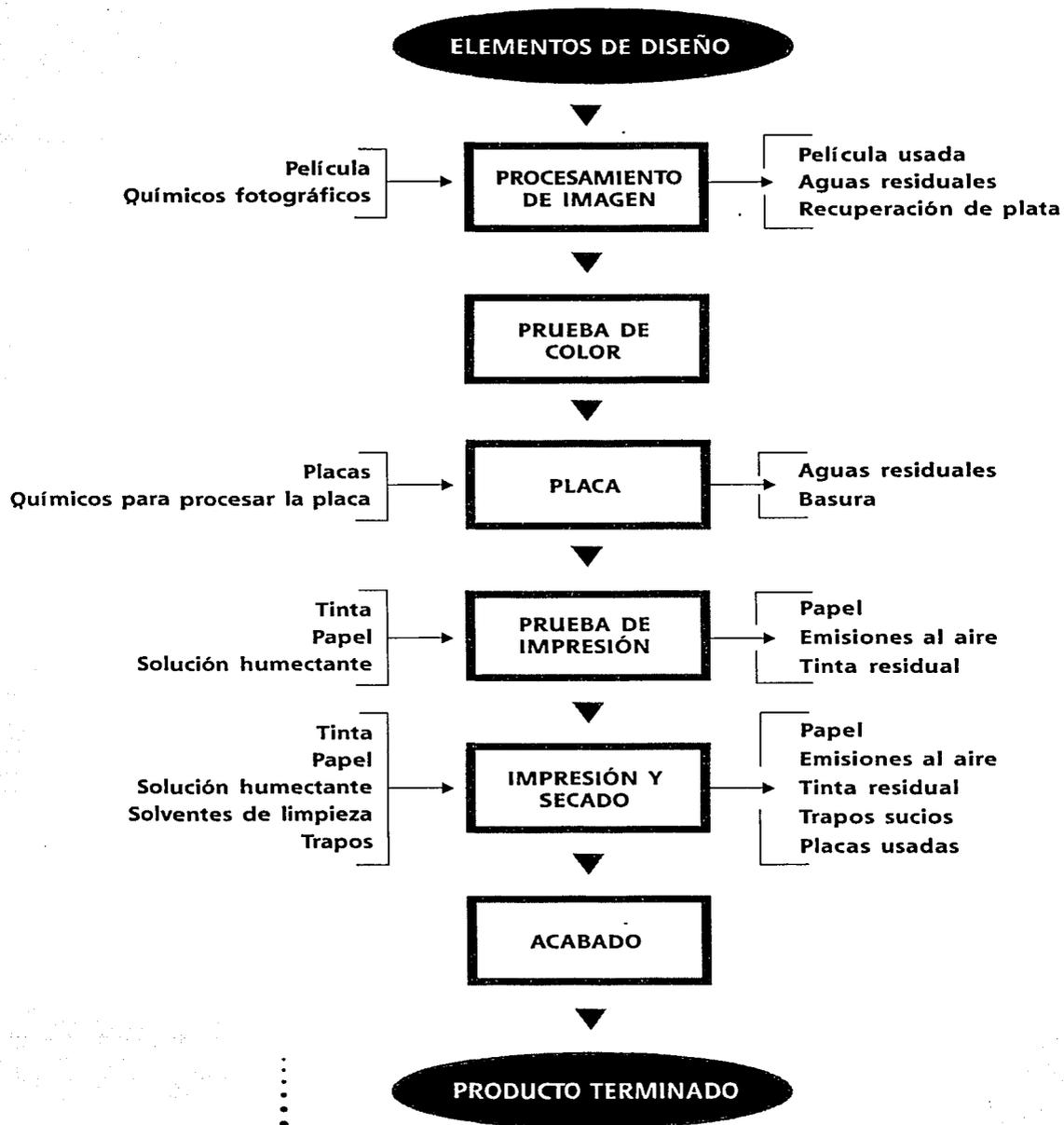
El papel ha sido objeto de reciclaje desde hace mucho tiempo en las imprentas, principalmente el que es descartado limpio, ya sea por daños o como resultado de operaciones de corte. El que ya ha sido impreso y es desechado como producto de la etapa de prueba en la impresión hasta hace unos años es objeto de reciclaje, gracias al avance de los procesos de desentintado. A pesar de ello, mucho de este papel es rechazado, tanto por poseer una pesada carga de tinta como por el tipo de tinta usada en el mismo. Es importante por lo tanto, en primer lugar, reducir la cantidad de papel generada durante la etapa de prueba y en segundo lugar utilizar el tipo de tinta que presente menor dificultad para desentintar (como las tintas base soya).

Se puede reciclar la tinta que ha sido utilizada mezclándola con tinta nueva del mismo color (si bien esto puede significar ligeras variaciones en el mismo) o combinando tintas de diferentes colores con tinta negra para obtener un negro de calidad un poco menor. Esta es una práctica común en algunas imprentas, e incluso es posible establecer convenios con los fabricantes de tintas para que éstos recojan la tinta que ya ha sido usada y la reutilicen en la elaboración de nuevas tintas. También existen equipos especializados que la imprenta puede instalar para mezclar la tinta usada de manera más precisa para reusarla, reduciendo de esta manera los costos por compra de tinta nueva.

La mayor parte de los contenedores de tinta son arrojados a la basura. Comprando tinta por grandes cantidades, el contenedor puede ser devuelto al proveedor de la tinta para que lo llene de nuevo en vez de descharlo.

Muchos otros de los materiales y sustancias que se usan en la industria de la impresión son susceptibles de ser reutilizados en el lugar mismo o





bien almacenados y enviados a lugares donde pueden ser reciclados para otros usos. La plata remanente en la emulsión de la película fotográfica y el poliéster del soporte pueden recuperarse a través de distintos métodos e incluso existen compañías especializadas en realizar este trabajo. Los químicos fotográficos reveladores y fijadores pueden limpiarse y reutilizarse, para ello se pueden procesar a través de oxidación por ozono o por electrólisis. También están disponibles procesadores fotográficos en los cuales el agua puede fluir en un sistema circular, en vez de lineal, lo que permite su reuso y reduce la cantidad de agua residual generada.

El solvente utilizado para limpiar las prensas puede recolectarse con una charola debajo de la prensa y reusarse. Si se dispone de un contenedor de solvente para cada color, éste puede ser reutilizado sin riesgo de contaminar los colores. El solvente usado puede ser reutilizado para limpiar la mayor parte de la tinta en la prensa y sólo utilizar solvente nuevo al final de la operación de limpieza.

El uso de trapos para limpiar es una práctica común en las imprentas. Estos trapos pueden ser desechables, hechos de celulosa; o reusables, hechos de algodón. La ventaja de estos últimos es que pueden utilizarse hasta 30 veces y su uso implica un costo menor que con los desechables. La producción de estos trapos a partir de materiales de desecho ahorra recursos también. Estos trapos no se compran, sino se rentan a compañías dedicadas a ello, que recogen los trapos usados y los reemplazan por limpios. Los usados son lavados separadamente de acuerdo a su origen y el agua resultante de esta operación puede ser sujeta a un tratamiento en el que los residuos orgánicos sean descompuestos por bacterias.

#### 5.4 Manejo **controlado** de emisiones y residuos

Además de las medidas mencionadas anteriormente, que son más bien de carácter preventivo, existen otras de tipo correctivo que las imprentas deben implementar para reducir al mínimo posible la carga contaminante de sus emisiones. Esto es especialmente importante en el caso de las prensas que secan la tinta por calor, ya que el contenido de solvente en

**La importancia de la participación de los trabajadores en la implementación de medidas que pretendan reducir los efectos ambientales de una imprenta no debe ser minimizada**





las tintas usadas en este sistema no puede ser reemplazado en la medida suficiente por aceites vegetales, y por lo tanto no ha sido posible hasta ahora una reducción importante de sus emisiones.



El procedimiento mejor conocido para limpiar el aire de las imprentas es la incineración termal, en la cual se queman los vapores emitidos a temperaturas entre 700 y 900° C, convirtiendo las sustancias peligrosas en agua y dióxido de carbono. Otro procedimiento similar es la incineración termal integrada, en la cual se utiliza la misma temperatura para secar al mismo tiempo la tinta sobre el papel y los

vapores emitidos por ésta. Debido a que para alcanzar estas temperaturas es necesario el uso de petróleo o gas natural, es conveniente que el calor generado sea aprovechado en otras aplicaciones, como en el caso de las imprentas localizadas en lugares fríos, donde este calor puede ser utilizado para aclimatar las instalaciones durante el invierno. Existen también para este propósito extractores de aire que remueven el solvente del aire por medio de un filtro de carbón activo. El aire limpio es liberado a la atmósfera y los solventes que permanecen en el filtro pueden ser concentrados en forma de vapor por medio de una corriente de aire caliente que puede ser utilizado como combustible en otras áreas de la imprenta.

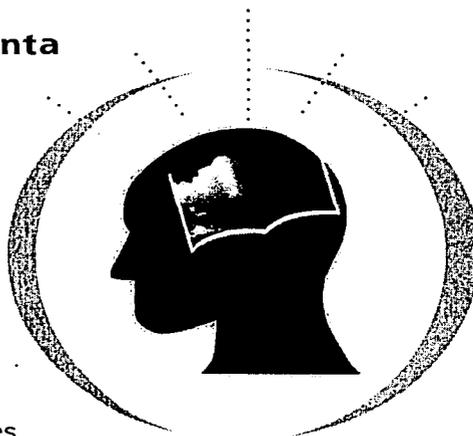
Es importante también tener bajo control el confinamiento de los residuos sólidos que, a pesar de los esfuerzos de reducción, seguirán siendo generados por la imprenta. Muchos de ellos están considerados como peligrosos, por lo que deben ser dispuestos de manera que no contaminen las corrientes de agua, que no se mezclen con los residuos inocuos y deben buscarse las posibilidades para su reciclaje o reducción a componentes menos dañinos. Los residuos peligrosos deben ser sujetos a tratamientos de origen físico, químico y/o biológico, de manera para reducir su toxicidad, pero ésta es una tarea que requiere de equipo y conocimientos especializados que en muchos casos están fuera del

área de actuación de la imprenta. Existen empresas especializadas en el manejo y tratamiento de residuos peligrosos, y la imprenta tiene la obligación de separar sus residuos y entregarlos a dichas empresas.

Por último, es importante hacer énfasis en el papel que la capacitación de los trabajadores juega en la implementación de prácticas limpias en una imprenta. Si los trabajadores poseen los conocimientos y las habilidades relativas al manejo eficiente de los procesos y materiales que utilizan (algo que debería ser obligatorio pero en muchos casos no lo es) y están informados acerca de los efectos adversos que sobre su salud éstos pueden tener, será mucho más fácil y rápido implementar los cambios en ciertos métodos de trabajo que son indispensables para conseguir prevenir la contaminación generada por esta industria. El mantenimiento preventivo del equipo y una coordinación eficaz entre trabajador y patrón también son factores de suma importancia en esta dinámica.

## 5.5 El diseñador gráfico y la imprenta limpia

Es probable que los cambios requeridos para que la industria de artes gráficas reduzca su impacto sobre el medio ambiente estén mucho más lejos de las capacidades de influencia del diseñador gráfico de lo que sucede con el papel y las tintas. Sin embargo, un diseñador comprometido puede decidir trabajar con una imprenta que ha cumplido con las normas ambientales requeridas para la industria, o que bien se ha hecho acreedora a alguna de las certificaciones existentes por su manera limpia de funcionar, o que incluso ha ido más allá en su compromiso con el medio ambiente y está evaluando constantemente sus procesos para localizar las oportunidades de mejoramiento del desempeño ambiental de la imprenta. Esto tiene relevancia también en lo relativo a la seguridad y la salud de los trabajadores. Una imprenta que no cumple con las normas establecidas



representa un serio riesgo para los mismos, debido principalmente al mal manejo de numerosas sustancias cuyo daño a la salud está comprobado y que son usadas rutinariamente en el proceso.

Para los diseñadores que deseamos que la producción de nuestros diseños se realice lo más limpiamente posible es importante contar con la información relativa a las prácticas que la industria gráfica puede implementar para reducir al mínimo su impacto sobre el medio ambiente. Una visita guiada a las instalaciones y una charla con el administrador nos pueden dar una buena idea de qué tanto una imprenta está comprometida con el cuidado al ambiente.

Las tecnologías y los materiales de los que hacen uso las artes gráficas están en continua evolución y los diseñadores tenemos que estar atentos al desarrollo de las alternativas limpias que aparezcan en el mercado . Podemos también expresar nuestra preferencia por las mismas siempre que sea posible, para poder transmitir a los impresores nuestra preocupación, como consumidores, por la contaminación que el desempeño de esta industria, tan relacionada con nuestra profesión, está generando.

## 5.6 Imprentas ecológicas en México



En México la industria de artes gráficas debe cumplir con el reporte de impacto ambiental y garantizar que funciona de manera que sus emisiones están dentro de los límites impuestos por el organismo regulador correspondiente. Si bien algunos

de los ajustes necesarios para que las imprentas funcionen dentro de las exigencias ambientales establecidas requieren de inversiones más o menos significativas, en muchos casos se pueden conseguir reducciones importantes en las emisiones con sólo sustituir algunos materiales o

bien hacer ajustes en el esquema de trabajo. A pesar de ello, muchas imprentas funcionan sin respetar las regulaciones principalmente por negligencia y/o corrupción. El nivel de conciencia en relación a los asuntos ambientales en la industria gráfica mexicana aún es muy bajo. De hecho, existen sólo dos imprentas en México que han obtenido certificaciones ISO 14000\* por su desempeño ambiental, Programas Educativos y Procoelsa.

Existen muchas organizaciones, principalmente establecidas en otros países, a través de las cuales los impresores de nuestro país pueden obtener fácilmente y sin ningún costo manuales de procedimiento y diversa información relativa a la prevención de la contaminación en la industria gráfica. Además existen también en nuestro país empresas con capacidades para reciclar los desechos de una imprenta, como los trapos para limpieza y las láminas de aluminio. Los solventes sin COV's están comenzando a introducirse. En realidad no existe ningún obstáculo serio para que una imprenta en México no comience a hacer los ajustes necesarios para mejorar su desempeño ambiental. El principal obstáculo es la resistencia al cambio y la poca importancia que el empresariado de nuestro país da a las cuestiones ambientales. Es importante resaltar que la participación de los trabajadores de la imprenta es de vital importancia para que tenga la implementación de prácticas ambientales, por lo que los dueños y administradores de la imprenta deben poner mayor énfasis en el acceso a la información y la capacitación de su personal.

Hay que prestar especial atención a los agentes de limpieza, pues aún es práctica común en México que para limpiar las prensas se utilice gasolina, que es sumamente contaminante y además representa un riesgo grave por su inflamabilidad y para la salud de los trabajadores.

ISO 14000 es una serie de normas definidas por la International Standard Organization (uno de los organismos certificadores con mayor reconocimiento a nivel mundial) que regulan el impacto ambiental de una empresa. Las empresas solicitan la verificación voluntariamente y se hacen acreedoras a la certificación una vez que comprueban que su desempeño ambiental está de acuerdo con dichas normas. La certificación ISO 14000 es una de las guías más confiables para identificar a las "empresas limpias" en nuestro país.

# *Conclusiones*



*Esto sabemos:*

*Todo está conectado*

*como la sangre que une a una familia...*

*Lo que le acaece a la Tierra,*

*acaece a los hijos e hijas de la Tierra.*

*El hombre no tejió la trama de la vida;*

*es una mera hebra de la misma.*

*Lo que le haga a la trama,*

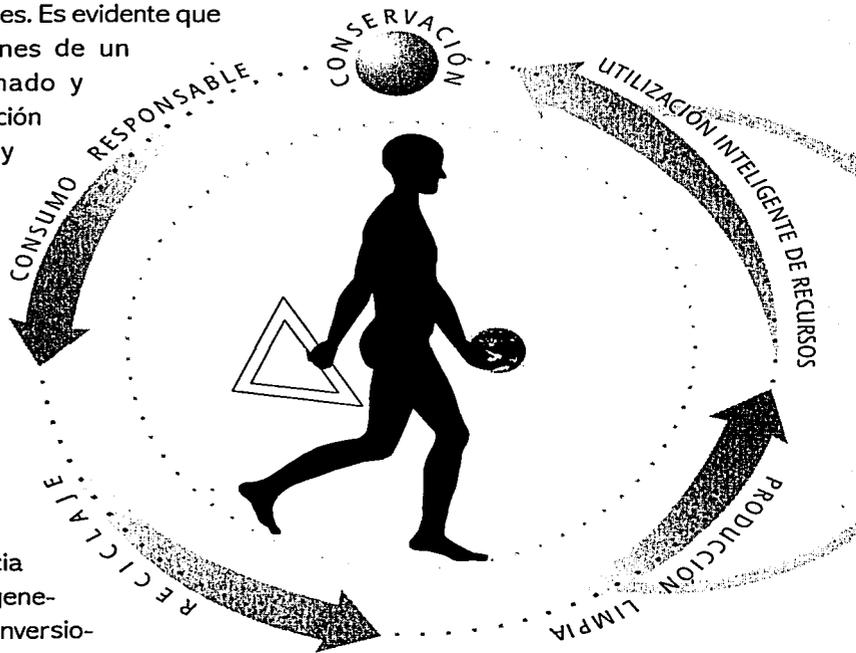
*se lo hace a sí mismo.*

*Ted Terry, inspirado en el Jefe Seattle*

## La responsabilidad del diseñador gráfico: Cerrando el ciclo

**E**ntre el público está ganando espacio la idea de que consumir productos que están concebidos y producidos bajo criterios ecológicos es un acercamiento inteligente y necesario (incluso urgente) a la solución de nuestros problemas ambientales. Es evidente que la influencia de las decisiones de un público consumidor informado y consciente sobre la conformación de mercados para productos y servicios ecológicos es el factor que hasta ahora ha estado ausente y que puede determinar el éxito o el fracaso de los esfuerzos tendientes a armonizar las actividades productivas con la conservación ambiental.

La conversión de industrias y servicios contaminantes hacia industrias y servicios limpios generalmente requiere cuantiosas inversiones en infraestructura y ajustes en los esquemas de trabajo que los empresarios se muestran renuentes a realizar a menos que estén convencidos de que al adquirir estas capacidades sus productos o servicios se posicionarán ventajosamente entre los consumidores. O que venderán más, por decirlo en otras palabras. La realidad es que el factor que seguirá teniendo mayor peso para determinar lo que las industrias produzcan u ofrezcan seguirá siendo lo que el público demande.



Ningún sentido tiene para los empresarios poner en el mercado productos o servicios ecológicos si nadie va a consumirlos. Es por ello que el ciclo de la producción ecológica aún no se ha cerrado, porque la preferencia del público consumidor por productos o servicios limpios aún no se ha dejado sentir con la fuerza que es necesaria.

Es justo en esta necesidad de cerrar el ciclo donde el papel del diseñador gráfico adquiere relevancia. Cada año, los productos del diseño gráfico consumen toneladas de papel, tintas y numerosas horas de trabajo en la imprenta cuya influencia en la conformación de un mercado para papeles, industrias y servicios de impresión que no sean nocivos al ambiente está siendo desperdiciada. No se necesita mucho esfuerzo para imaginar que si los diseñadores especificaran para sus trabajos papeles reciclados y libres de cloro, tintas ecológicas e imprentas certificadas, la manera en la que funcionan estas industrias sería muy diferente de lo que es ahora. Probablemente las decisiones del diseñador gráfico

### hacia la sostenibilidad

pueden incentivar de manera significativa la producción de papeles, tintas y servicios de impresión ecológicos. Pero para poder hacer uso de esa cuota de influencia es requisito indispensable que primero estemos informados sobre el impacto ambiental que la realización de nuestros productos tienen, directa e indirectamente. Sólo a partir de ello podremos tomar las decisiones correctas, aquellas que nos permitan poner nuestro "granito de arena".

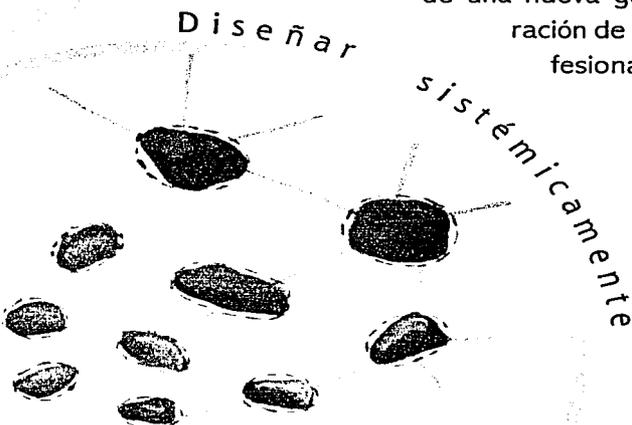
Hasta ahora, han sido las industrias y empresas quiénes, con una importante ayuda de la publicidad (y del diseño gráfico) han determinado nuestras decisiones de compra. Es indispensable que hoy, como diseñadores y como consumidores, tomemos un papel más activo y hagamos uso de la información para tomar el control de esas decisiones y orientarlas hacia productos y servicios que tomen en cuenta no sólo el medio ambiente, sino también al resto de los problemas que nos aquejan como sociedad.

# Cultura ecológica • • • • • • • • • • Diseñador ecológico

**E**s evidente que estamos viviendo una época de cambio, en la que la reflexión sobre la manera en la que interactuamos con nuestro medio natural y los efectos que ello tiene en las relaciones que tenemos entre nosotros mismos nos está llevando a reconocer que necesitamos reinventar nuestros esquemas de producción, de consumo, nuestra concepción de progreso, nuestra percepción de la naturaleza. Estamos viviendo el desarrollo de una nueva cultura, **la cultura ecológica**.

La cultura ecológica está penetrando cada una de las áreas del desarrollo humano y está inyectando conceptos como sostenibilidad, respeto y responsabilidad a nuestros esquemas de pensamiento y por ende, de trabajo. Es en el seno de esta nueva cultura que se vislumbra la aparición

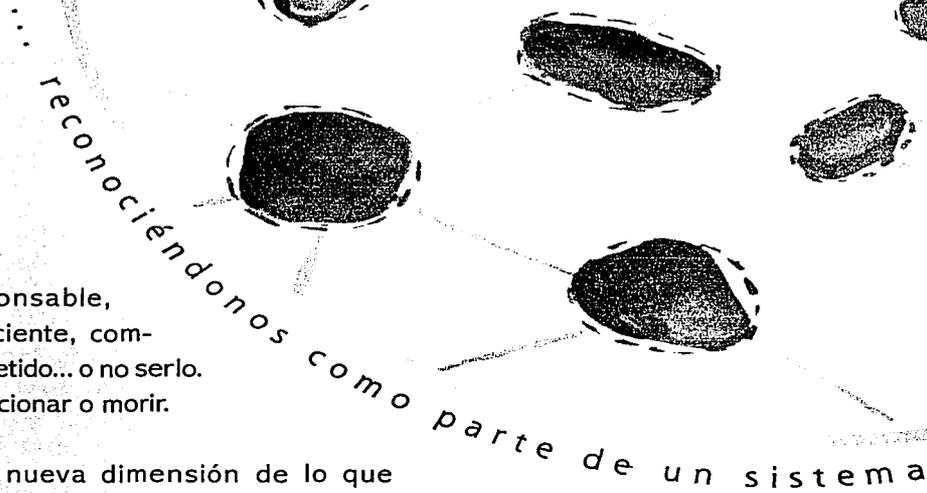
de una nueva generación de profesionales:



ecoempresarios, ecopolíticos, ecofilósofos, ecocientíficos, **ecodiseñadores**.

El convertirse en un diseñador ecológico plantea desafíos y terrenos antes desconocidos. Implica la institución de nuevos valores, que sustituyen o se agregan a los que convencionalmente definen el diseño como disciplina. Significa la ruptura de los límites dentro de los cuales hemos o se ha contenido el área de acción de un diseñador. Impone la ampliación de la curiosidad del diseñador hacia áreas del conocimiento que hasta hoy parecían desconectadas del acto de diseñar.

El diseñador ecológico cuestiona, investiga, propone, decide. **Cuestiona**, su papel dentro de la sociedad y sus problemáticas, la medida en que sus actividades y productos contribuyen o solucionan las mismas, los métodos y los productos de diseño establecidos y obsoletos. **Investiga**, la intrincada rama de conexiones de su diseño con el medio natural y social, el impacto que su disciplina y sus resultados tienen sobre los mismos, las nuevas tecnologías, los nuevos recursos, las nuevas tendencias, las nuevas ideas. **Propone**, maneras de diseñar que se inserten en la corriente del cambio, vehículos de comunicación que respondan a las nuevas necesidades, soluciones de diseño no contaminantes (en la más completa aceptación del término). **Decide**... ser un diseñador



responsable,  
consciente, com-  
prometido... o no serlo.  
Evolucionar o morir.

Esta nueva dimensión de lo que significa ser diseñador nos impone la tarea de retomar los componentes teóricos y éticos de la profesión, de estudiarlos a la luz de la situación actual y de los paradigmas que plantea, para poder reformular nuestra disciplina y adelantarnos a las exigencias que, si queremos asegurar nuestra permanencia no sólo como profesionales sino como especie humana, tendremos que enfrentar (si no es que ya las estamos enfrentando). El desarrollo sostenible está aquí y todo indica que llegó para quedarse ¿qué vamos a hacer los diseñadores al respecto?

Por último, es necesario que el diseñador permanezca atento al desarrollo de las llamadas tecnologías de la información. En principio porque representan un nuevo soporte de comunicación para el diseño, a través del cual podemos resolver muchos programas de comunicación sin tener que

recurrir a los materiales impresos, con la consecuente liberación de los problemas ambientales que éstos representan. Además, hasta hace unos años podíamos parapetarnos detrás de la ignorancia, de las dificultades de acceso a la información, para evadir la cuota de responsabilidad que a nuestras acciones correspondía sobre el desequilibrio general. Hoy, gracias a la rapidez en la transmisión de la información y a la amplitud de sus alcances (que las mencionadas tecnologías hacen posible), no existe pretexto para no generar, no discutir, no compartir, no proponer la información que nos ponga en el camino de la conformación del diseño ecológico. En otros campos del conocimiento (y del diseño) el debate está abierto desde hace varios años. Nos toca a los diseñadores gráficos tomar la palabra.

## Manifiesto del diseñador ecológicamente plural\*

---

(•)

- 1 Diseñará para satisfacer necesidades reales, no necesidades de moda pasajeras o creadas por el mercado.
- 2 Diseñará para minimizar la huella ecológica del producto, material o producto de servicio, es decir, para reducir el consumo de recursos, incluyendo la energía y el agua.
- 3 Diseñará para aprovechar la energía solar en vez de usar capital natural no renovable.
- 4 Diseñará para hacer posible la separación de los componentes del producto al final de su ciclo de vida vital, fomentando así el reciclaje ó la reutilización de sus materiales y componentes.
- 5 Diseñará para excluir el uso de sustancias tóxicas o peligrosas para el ser humano ó para otras formas de vida, en todos los estudios del ciclo vital del producto, material o producto de servicio.
- 6 Diseñará para crear el máximo de beneficios para los consumidores a quiénes va destinado el producto y para educar al cliente, creando así un futuro más igualitario.
- 7 Diseñará para crear materiales y recursos disponibles localmente, siempre que ello sea posible (pensar globalmente para actuar localmente).
- 8 Diseñará para excluir el letargo de la innovación, volviendo a examinar las presunciones originales que hay tras los conceptos existentes, y tras los productos, materiales y productos de servicio.
- 9 Diseñará para convertir productos en servicios.
- 10 Diseñará para maximizar los beneficios del producto, material o producto de servicio para las comunidades.
- 11 Diseñará para fomentar las estaciones modulares en el diseño, permitiendo así adquisiciones posteriores, a medida que las necesidades lo requieran y la capacidad adquisitiva lo permita, para facilitar la reparación y la reutilización y mejorar la funcionalidad.
- 12 Diseñará para generar debate y cuestionar el status quo que rodea los productos y materiales.
- 13 Publicará diseños ecológicamente plurales en el dominio público para beneficio colectivo y en especial para aquellos diseños que no se fabriquen comercialmente.
- 14 Diseñará para crear productos, materiales o productos de servicio más sostenibles, de cara a un futuro más sostenible.

(•)

---

\* Del libro MANUAL DEL DISEÑO ECOLOGICO, Fuad Luke Alastair.



## Bibliografía

### • *Sobre ecología y desarrollo sostenible:*

Cesarman, Fernando  
**Ecocidio**  
Editorial Joaquín Moritz  
2a edición, México, 1987

Comisión Burtland  
**Nuestro futuro común**  
Oxford University Press  
1a edición, USA, 1987

Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente para América Latina y el Caribe  
**Nuestra propia agenda sobre Medio Ambiente y Desarrollo**  
BID, FCE, PNUD  
2a. edición, México, 1991

Comisión Nacional para Conservación y Uso de la Biodiversidad, British Council México, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.  
**Directorio Mexicano para la Conservación 1997**  
México

Instituto Nacional de Ecología  
**Estadísticas del Medio Ambiente**  
Ediciones 1997 y 2000  
México

J. Nebel Bernard, T. Wright Richard  
**Ciencias Ambientales, Ecología y Desarrollo Sostenible**  
Pearson Educación  
6a. edición, México, 1992

### • *Sobre teoría del diseño e impresión*

Acha, Juan  
**Introducción a la Teoría de los Diseños**  
Trillas  
3a edición, México D.F, 1996

André, Ricard  
**Diseño ¿porqué?**  
Gustavo Gilli  
1a. edición, Barcelona, España, 1982

Chaves, Norberto  
**El oficio de diseñar.** Propuestas a la conciencia crítica de los que comienzan  
Gustavo Gilli  
1a edición, Barcelona, España, 2001

Cruz, Verónica  
**El diseño gráfico en los programas de comunicación ambiental**  
Tesis, ENAP, UNAM, 1998

Fioravanti, Giorgio  
**Diseño y reproducción.** Notas históricas e información técnica para el impresor y sus clientes  
Gustavo Gilli  
2a. edición, Barcelona, España, 1988.

Fraščara, Jorge  
**Diseño gráfico para la gente.** Comunicaciones de masa y cambio social  
Ediciones Infinito  
1a edición, Buenos Aires, Argentina, 1997

Fuad Luke, Alastair  
**Manual del diseño ecológico**  
Editorial Càrtago  
1a edición, Palma de Mallorca, España, 2002

Llovet, Jordi  
**Ideología y metodología del diseño**  
Gustavo Gilli  
2a. edición, Barcelona, España, 1979

Maldonado, Tomás  
**Vanguardia y racionalidad**  
Gustavo Gilli  
1a. edición, Barcelona, España, 1977

Satué, Enric

**Historia del diseño gráfico desde los orígenes hasta nuestros días.**

Alianza Editorial

3a. edición, Madrid, España, 1998

• *Sobre reciclaje, industrias del papel, tintas y artes gráficas:*

Becerra Aguilar, Bruno

**Proceso de distribución de la pasta y formación de la hoja de papel**

Universidad de Guadalajara,

1a. edición, Guadalajara, Jalisco, 1991.

Forest Production Symposium

**Advances in pulping and papermaking**

American Institute of Chemical Engineers

2a. edición, New York, 1995.

Krumbhaar, William

**Coating and ink resins: a technological study**

Reinhold

4a. edición, New York, 1947.

Mari A, Eduardo

**El ciclo de la Tierra.** Minerales, materiales, reciclado, contaminación ambiental

Fondo de Cultura Económica

1a. edición, Buenos Aires, Argentina, 2000

Rader, Charles P. et al.

**Plastics, rubber and paper recycling: a pragmatcal approach**

American Chemical Society

2a. edición, Washington, D.C. 1995

Rower, R. M; Laufenberg, T; Rowell, J. K. [ed]

**Material interactions relevant to recycling of wood based materials**

Materials research society

1a. edición, Pittsburgh, Penn, 1992.

Thompson G, Claudia

**Recycled paper.** The essential guide

American Institute of Graphic Arts

1a. edición, U.S.A, 1992

• *Publicaciones periódicas:*

**Cromática**

No. 12

Año 2002

México D.F.

**Pulp and Paper International**

Vo. 38. Nos. 3, 4, 7, 8, 11 y 12

Años 1996, 1997, 1998 y 1999

Londres, Inglaterra

**Revista de la Camara Nacional de las Artes Gráficas**

Nos. 43, 45, 49

Años 2001 y 2002

México D.F.

**Whole Earth Review Magazine**

Nos. 85, 87, 88 y 89

Años 1995 y 1996

California, Estados Unidos

• *Documentos electrónicos:*

**Book Builders West**

[www.bookbuilders.org](http://www.bookbuilders.org)

**Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y el Papel**

[www.cnicp.org.mx](http://www.cnicp.org.mx)

**Chlorine Chemistry Council**

[www.c3.org](http://www.c3.org)

**Design for the Environment**

[www.epa.gov.opptintr/dfe](http://www.epa.gov.opptintr/dfe)

**Ecological Design Institute**

[www.ecodesign.org](http://www.ecodesign.org)

**Environmental Management Systems in the Graphic Media Industry**

[www2.hdm-stuttgart.de/printing-green](http://www2.hdm-stuttgart.de/printing-green)

**Environmental Research Foundation**

[www.erf.apc.org](http://www.erf.apc.org)

**Graphic Arts Information Network**

[www.gain.net](http://www.gain.net)

**Greenpeace International**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

Achieving zero dioxin

How paper damage the environment and what can be done about it?

Pulp and Paper SO

Pulp Bleaching in the Baltic Sea

What are POPS?

**GPMU- Health and Safety Archive - SUBSPRINT**

[www.gpmu.org.uk](http://www.gpmu.org.uk)

**National Association of Printing Ink Manufacturers, Inc.**

[www.napim.org](http://www.napim.org)

**Netherlands Design Institute**

[www.design-inst.nl](http://www.design-inst.nl)

**O2 International Network of Designers**

[www.o2.org](http://www.o2.org)

**Printer's National Environment Assistance Center**

[www.pneac.org](http://www.pneac.org)

Persistent, Bioaccumulative and Toxic Chemicals, a printer's roadmap

Printing Environmental Technology Fact Sheet

Printing Inks Fact Sheet

**Recycled paper coalition**

[www.rpc.org](http://www.rpc.org)

Buy recycled: recycled paper

**Solid Waste Management Coordinating Board**

[www.swmcb.org](http://www.swmcb.org)

**US Environmental Protection Agency**

[www.epa.gov](http://www.epa.gov)

Guides to pollution prevention: the commercial printing industry

**What is dioxin?**

[www.ejnet.org/dioxin](http://www.ejnet.org/dioxin)

**World Wild Fund**

[www.wwf.org](http://www.wwf.org)

Indice Planeta Vivo 2000

• **Entrevistas:**

**Lic. Ernesto Zamora Sánchez**

**Ing. Mario Molina Chávez**

Camara Nacional de las Industrias de la Celulosa y el Papel  
Privada de San Isidro 30, Col. Reforma Social, México D.F.

**Lic. Nellie Cruz Sosa**

Instituto Mexicano para la Normalización y la Certificación  
Manuel María Contreras 133, 6o. piso, Col. Cuauhtémoc,  
México D.F.

**Ing. José Ignacio Ramírez Lugo**

Imprenta Programas Educativos

Calz. Chabacano 65-A, Col. Asturias, México D.F.

**Ing. Jorge Ramos**

Asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas,  
ANAFAPYT

Gabriel Mancera 309, Col. Del Valle, México D.F.

**Ing. Víctor Flores**

Asociación Mexicana de Técnicos de las Industrias de la Celulosa  
y el Papel

Laffayette 138, Col. Anzures, México D.F.