

---

# Reflexiones sobre la Importancia de la Ciencia y la Tecnología para la Gestión Ambiental

---

*Edmundo de Alba  
y Cristina Cortinas de Nava*

---

## Introducción

---

El ambiente ha venido a ocupar un lugar privilegiado en los foros en los que se analizan y plantean las orientaciones de las políticas económicas y comerciales que prevalecerán al finalizar el presente siglo. Lo anterior no es fortuito si se considera que existe consenso entre las naciones respecto de la importancia de lograr un desarrollo sustentable, que haga posible el crecimiento económico sin por ello poner en riesgo los recursos naturales que hemos heredado de nuestros progenitores y debemos preservar para las generaciones futuras.

En este contexto, la gestión ambiental adquiere una relevancia singular, ya que es preciso revertir las tendencias actuales que ponen en peligro de extinción recursos invaluablees y alteran las condiciones globales

del planeta. En gran medida, esto plantea un cambio sustancial en las conductas y preferencias de la sociedad moderna; la cual deberá dejar de lado patrones de producción y consumo despilfarradores de energía y materias primas y generadores de abundantes desechos que se han ido acumulando por doquier.

La situación coyuntural por la que atraviesa México invita, en particular, a reflexionar sobre lo que atañe a los factores críticos para lograr el cambio acelerado que se requiere para estar a la altura de las demandas de la sociedad y sobre el desafío que representa llevar adelante la política de modernización. De ahí que se hayan elegido diversos temas relacionados con los enfoques científicos y tecnológicos aplicados a

la gestión ambiental, adoptados por los países industrializados para encaminarse hacia un desarrollo sustentable.

Este es, pues, un ejercicio de reflexión, al cual, se invita a los lectores a participar para buscar los caminos que respondan a las necesidades actuales y nos preparen para introducirnos exitosamente en el siglo que está por comenzar.

---

### El Concepto: Ciclo de Vida

---

Hoy en día se acepta que a todo lo largo de los procesos de producción y de las fases por las que atraviesa un producto desde su generación hasta su disposición final, pueden ocurrir impactos o efectos adversos a la salud y el ambiente, por lo cual sólo puede lograrse una gestión ambiental adecuada de unos y otros si se conoce y controla su ciclo de vida integral.

Se trata pues de adoptar un enfoque holístico, que permita determinar en forma cuantitativa los recursos energéticos y materiales involucrados en el desarrollo de procesos y productos, así como calcular su potencial contaminante y posibles impactos ambientales. La metodología que se aplica a tales evaluaciones comprende tres pasos:

1. Clasificación: etapa del proceso consistente en asignar a una categoría particular los impactos posibles de cada una de las fases del ciclo de vida de procesos y productos.
2. Caracterización: corresponde a la evaluación de la magnitud potencial de los

impactos comprendidos en cada una de las categorías establecidas.

3. Evaluación: consiste en el proceso de asignación de valores relativos o de pesos específicos, a los diferentes impactos.

Dependiendo de los sistemas de evaluación, se seleccionan aspectos considerados como críticos para determinar los impactos ambientales, entre los que se encuentran: biodiversidad, producción, salud humana, recursos y elementos estéticos; se determinan lo que se denominan "efectos unitarios" para describir los efectos sobre cada uno de ellos -derivados de la utilización de recursos naturales y de energía, así como de las emisiones contaminantes- y se calcula un "índice de carga ambiental". Finalmente, estos índices para materiales y procesos se utilizan para calcular el valor de carga ambiental total para el ciclo completo de vida de un producto, proceso o actividad particulares.

Los impactos se expresan, asimismo, en términos de la cantidad de ciertos factores que ejercen presiones capaces de producirlos; así, por ejemplo, el uso de energía se emplea habitualmente como un indicador de impactos ambientales resultantes del agotamiento de recursos o de la producción de energía, en tanto que la destrucción de los hábitat puede emplearse como indicador de impactos en especies en peligro de extinción.

El enfoque del ciclo de vida puede utilizarse no tan sólo para evaluar las implicaciones ambientales de las actividades que involucran sustancias químicas tóxicas o peligrosas, sino también para estimar conse-

cuencias ambientales de prácticas no sustentables de explotación de recursos naturales (pesqueros, agropecuarios, forestales, etcétera).

Así pues, el concepto del ciclo de vida puede aplicarse para mejorar productos; para diseñar nuevos productos; para establecer políticas respecto de productos, materiales y explotación de recursos naturales; así como para el etiquetado "ecológico". Uno de los objetivos de dicho enfoque es el de proporcionar una estimación económica del consumo de recursos y de los posibles impactos en la salud y el ambiente que pueden ocurrir a

lo largo del ciclo de vida de los materiales, procesos y productos, para permitir análisis costo-beneficio.

Este mismo enfoque se sigue, además, para elegir sustitutos de materiales o productos peligrosos, ya que se trata de evitar situaciones en las que la selección de los primeros se basa únicamente en sus propiedades intrínsecas y no en las consecuencias ambientales desde su extracción, síntesis o fabricación, hasta su disposición final, que en algunos casos pueden hacerlos más negativos o de mayor impacto.

EJEMPLOS DE CATEGORÍAS DE IMPACTOS DE LOS CICLOS DE VIDA		
AMBIENTE NATURAL	SALUD HUMANA	RECURSOS NATURALES
<p><b>Atmósfera:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- agotamiento de la capa de ozono</li> <li>- efecto invernadero</li> <li>- <b>esmog</b></li> </ul>	<p><b>Efectos agudos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- accidentes</li> <li>- ruido</li> <li>- olores</li> </ul>	<p><b>Reservas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- combustibles fósiles</li> <li>- minerales</li> </ul>
<p><b>Agua:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- eutroficación</li> <li>- agotamiento de oxígeno</li> <li>- turbidez</li> </ul>	<p><b>Efectos crónicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cáncer</li> <li>- neurotoxicidad</li> <li>- otros</li> </ul>	<p><b>Flujos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- agua</li> <li>- fertilidad del suelo</li> <li>- árboles</li> <li>- suelos (espacios)</li> </ul>
<p><b>Suelos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erosión</li> <li>- salinidad</li> </ul>		
<p><b>Otros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- extinción de especies</li> <li>- pérdida de hábitat</li> </ul>		

---

## El Diseño Ambiental

---

Los sectores industrial, comercial y de servicios se han percatado de la influencia de las consideraciones ambientales en su competitividad, desde la aparición de regulaciones en la materia y de consumidores preocupados por la protección del ambiente que prefieren consumir productos que no lo impacten negativamente y que sean generados mediante procesos respetuosos del ambiente.

En virtud de lo anterior, cada vez se abren mayores oportunidades y surgen ventajas competitivas, para las empresas que introduzcan procesos limpios de producción, que generen productos ambientalmente adecuados y de elevada calidad o desarrollen actividades en las que se aprovechen los recursos naturales en forma sustentable.

Ante tales expectativas, el antiguo enfoque de control de las emisiones contaminantes y de la generación de residuos peligrosos al final de los procesos, está siendo reemplazado por otro preventivo, en el que se pone énfasis en el diseño de los procesos y productos que contribuyan a reducirlos al máximo, ahorren energía y materias primas, y faciliten el reuso y reciclado.

A ese respecto, la ecología industrial tiende a emular los procesos biocibernéticos de la naturaleza, en los cuales utilizan al máximo los recursos, mediante mecanismos con alta eficiencia energética que no producen desechos, ya que todos los materiales que intervienen en los ciclos biológicos son reutilizados.

Se ha identificado la etapa del diseño como la más crítica y en la que se puede abordar en forma más efectiva la minimización de los impactos para el ambiente y la salud -tanto de trabajadores como de consumidores- de los productos, pues se tiene gran flexibilidad para seleccionar tanto las materias primas como las técnicas de manufactura.

Para promover la adopción de estos nuevos enfoques se ha seguido la estrategia de grupos focales, que consiste en reunir a las cámaras o asociaciones de empresarios de ramas específicas para tratar los problemas ambientales que se generan en las diferentes etapas de ciclo de vida de sus procesos o actividades productivas particulares, la regulación en la materia, los sustitutos que pueden emplear en lugar de los materiales peligrosos que estén utilizando, así como las técnicas a su alcance para prevenir o controlar las emisiones contaminantes o reducir la generación y dar tratamiento adecuado a sus desechos.

Como parte de la estrategia descrita se han desarrollado sistemas que ponen la información a la que se ha hecho referencia al alcance de los empresarios, se han elaborado inventarios de instituciones y consultores que pueden brindar asesoría en la materia y se desarrollan cursos de capacitación.

---

## Experiencias en la Aplicación del Enfoque Preventivo

---

Existen numerosos ejemplos del éxito de los enfoques preventivos adoptados por las

industrias para sustituir métodos de proceso y producción, así como productos altamente contaminantes por otros respetuosos del ambiente.

Así por ejemplo, estudios sobre el comportamiento de industrias en Europa, Estados Unidos, Japón y en menor escala en México, que han adoptado técnicas que permiten una reducción considerable -y a veces total- de emisiones contaminantes y desechos peligrosos, muestran los beneficios económicos y ambientales específicos que se pueden lograr de prevenir la generación de desechos, en primer lugar, en vez de invertir grandes sumas para deshacerse de ellos, cuando ya han sido creados.

Esas experiencias indican que se puede lograr una disminución significativa de tales desechos, a la vez que se producen ahorros de dinero y aumentos en el rendimiento, todo ello con costos de inversión sumamente bajos y aun inexistentes o moderados, que pueden ser recuperados en tiempos atractivos.

Es en las industrias químicas, en particular, donde se han identificado procesos en los que la eliminación de los desechos puede ser casi total y en las que se ha obtenido una reducción -de un 90% en los flujos de desechos - blanco de las actividades desarrolladas- en ninguna se observó que se hubiera alcanzado todo su potencial de reducción.

En primer término, las actividades citadas se centraron en reducir la carga contaminante de las aguas residuales; más tarde se centraron en disminuir la generación de residuos sólidos y, finalmente, en abatir las emisiones de aire, aspecto este último en el que se ha logrado el máximo de reducción.

Entre los factores de éxito en el logro de las metas de reducción de contaminantes y desechos en la fuente se encuentran:

1. El establecimiento de sistemas de contabilidad parcial y total, incluyendo el balance de energía y materiales.
2. La participación del personal gracias a la capacitación y los estímulos.
3. El liderazgo gerencial en la instrumentación de las actividades de reducción en la fuente.

Otro factor que parece jugar un papel importante en el éxito de las actividades mencionadas, es disponer de políticas y programas ambientales explícitos y documentados que precisen las metas a alcanzar.

El diseño ambiental ha dado frutos, también, en campos tan diversos como son la construcción de aeropuertos en términos de ahorro de energía y agua, prevención de emisiones contaminantes, reducción de la generación y reciclado de desechos; el desarrollo de parques nacionales en los que se minimiza, entre otros, el impacto ambiental de los visitantes; o la edificación de casas ecológicas adaptadas a las condiciones locales para ahorrar energía, en las que se reusa el agua y aprovechan los desechos. En todos ellos, la clave ha consistido en reconocer que los problemas e impactos ambientales deben abordarse de manera sistémica y con el enfoque de ciclo de vida antes descrito.

Un ejemplo adicional de las aplicaciones del diseño ambiental con un enfoque de ciclo de vida es el relativo a la producción de automóviles construidos con materiales

reciclables, pintados con pinturas solubles al agua, cuyos motores y componentes son limpiados con métodos a base de agua que reemplazan el uso de solventes, eficientes energéticamente, con un nivel bajo de emisiones y en los que se ha eliminado el uso de clorofluorocarbonos.

A pesar del éxito obtenido en las experiencias antes descritas, el volumen de desechos sigue creciendo en la mayoría de los países, las emisiones contaminantes no se han reducido de manera esperada y el deterioro de los recursos naturales aún no se frena significativamente, lo cual indica que la difusión y penetración de tales programas han sido limitados. Por lo anterior, se pone énfasis en la necesidad de contar con un marco regulatorio en la materia o con mecanismos para lograr su cumplimiento más exigente en ampliar la utilización de instrumentos económicos que induzcan la adopción de técnicas limpias y procesos de producción sustentables en el desarrollo de mecanismos más efectivos de comunicación social tendientes a modificar patrones de comportamiento y consumo.

---

### El Mercado Tecnológico y la Transferencia de Tecnología

---

Es importante hacer notar que la cooperación y transferencia tecnológica son procesos complejos, especialmente en lo referente a la protección ambiental, ya que ésta involucra sistemas integrales, es decir: procedimientos, procesos, productos, servicios y formas de consumo.

Fracccionar el sistema total puede poner

en peligro la racionalidad ambiental y económica de la transferencia tecnológica.

La tecnología sustentable requiere la formación de un mercado ambiental maduro, ya que la mayoría de las necesidades tecnológicas no se encuentran en la esfera gubernamental sino en un sector privado, amplio y diversificado sobre todo en las grandes ciudades.

Esa madurez se alcanza en tres etapas. La primera es aquella en la que un país o ciudad inician sus actividades para la protección del ambiente. En esta fase se reconocen los siguientes hechos:

1. Las autoridades están preocupadas sólo por los problemas agudos relacionados, en general, con el saneamiento básico.
2. Las medidas que se adoptan son para remediar más que para actuar sobre o prevenir las causas.
3. Existe una baja capacidad para dar prioridad a las tecnologías y para negociarlas.
4. Las tecnologías que se adoptan no son adaptadas y comprenden fundamentalmente equipo anticontaminante (tecnología de "final de proceso").
5. La regulación ambiental no existe o es insuficiente y el monitoreo de la contaminación incipiente.

En esta fase el mercado ambiental está dominado por vendedores ocasionales de equipo y casi no hay capacidad endógena.

La segunda fase del proceso se alcanza

cuando el sistema de regulación y las normas ambientales se amplían. La tendencia en este caso es la siguiente:

1. La utilización de medidas denominadas de comando y control.
2. El reforzamiento de la capacidad de monitoreo e inspección.
3. El inicio del proceso de adaptación de tecnologías.
4. La creación de la capacidad local de fabricación de equipo anticontaminante; lo que se ha dado en llamar la tecnología aplicada al final de los procesos.

La madurez se alcanza solamente en la tercera fase cuando:

1. Existe un balance entre las medidas de comando y control y aquellas basadas en instrumentos económicos de mercado que favorecen el cambio y la innovación tecnológica.
2. Las medidas que se adoptan son preventivas, en lugar de las empleadas para remediar daños; esto ayuda a crear un mercado ambiental de bienes y servicios suficientemente grande y basado en un sistema de regulaciones e instrumentos de mercado, así como a promover un comportamiento social respetuoso del ambiente.

La madurez del mercado ambiental logra:

- Una transferencia de tecnología idónea en cuanto a procesos y productos.

- Mejores condiciones para la transferencia de tecnologías probadas con garantía de servicios.
- El establecimiento de sistemas de capacitación.
- La armonización entre proveedores y consumidores o receptores.
- La organización de los proveedores al aumentar la capacidad de absorción de las tecnologías.
- La innovación tecnológica y el desarrollo de capacidades crecientes en materia tecnológica y ambiental, por parte de los integrantes de ese mercado.

El mercado evoluciona de una actividad casuística a una oportunidad de asociación a largo plazo, basada en una demanda más exigente y en capacidades de selección e innovación "in situ". Nuestro país se encuentra en un período de transición entre la segunda y la tercera fase, en particular en los grandes centros urbanos.

---

### Visión de la Ciencia y la Tecnología en la "Cumbre de la Tierra"

---

En el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), efectuada en Brasil en 1992, se reconoció que las ciencias deben proporcionar no tan sólo los conocimientos que permitan formular e integrar mejor las políticas ambientales y de desarrollo, sino también ofrecer un

apoyo sólido para tomar decisiones en materia de gestión ambiental.

Para lograr tales objetivos se planteó la necesidad de ampliar el conocimiento científico, mejorar la evaluación de las tecnologías, reforzar las capacidades científicas y tecnológicas y asegurar que respondan a las necesidades emergentes, así como realizar investigaciones a largo plazo.

En la Agenda 21 -producto de la CNUMAD- se destaca que uno de los pasos para fortalecer las bases científicas del desarrollo es contar con un conocimiento científico más profundo sobre suelos, océanos, atmósfera, ciclos interrelacionados del agua, nutrientes biogeoquímicos, así como de flujos de energía, los cuales constituyen parte del sistema terrestre. Con ello se espera lograr una estimación más precisa de la capacidad de carga de nuestro planeta y de su elasticidad bajo las múltiples presiones que sobre él ejercen las actividades humanas.

Todo lo anterior requiere, de acuerdo con lo planteado en la Agenda 21, una mayor investigación sobre los procesos ecológicos subyacentes y la aplicación de herramientas modernas, efectivas y eficientes, disponibles en la actualidad, tales como sensores remotos, instrumentos para el monitoreo robotizado y capacidades de computación y modelación.

Se resaltó, también, la importancia de reevaluar constantemente los recursos materiales y promover su utilización menos intensiva, incluyendo los relativos a energía, agricultura y transporte, a la vez que se precisa la necesidad de contar con un mayor aporte de las ciencias para facilitar y mejorar

el entendimiento de la interacción entre ambiente y sociedad.

Para poner en práctica lo anterior, se planteó como objetivo que cada país identifique el estado de su conocimiento científico y tecnológico, sus necesidades y prioridades de investigación para lograr, lo más pronto posible, mejorar :

- Las bases científicas y técnicas y las capacidades de investigación en áreas relevantes al ambiente y el desarrollo;
- La sustentación de sus políticas con base en el mejor conocimiento disponible;
- La interacción entre la ciencia y tecnología y la toma de decisiones, con un enfoque preventivo que permita cambiar patrones existentes de producción y consumo, para hacerlos más respetuosos del ambiente, y reducir la incertidumbre respecto de la selección de opciones de política;
- La generación y aplicación del conocimiento, principalmente el desarrollado localmente, de acuerdo con los diferentes ambientes y culturas, y tomando en cuenta las interrelaciones nacionales, regionales e internacionales;
- La cooperación entre técnicos y científicos mediante la promoción de programas de investigación y actividades interdisciplinarias, y
- La participación de la comunidad en el establecimiento de prioridades y en la toma de decisiones relacionada con el desarrollo sustentable.

---

## La Ciencia y la Tecnología para la Gestión Ambiental en México.

---

El sector ambiental mexicano está empeñado en realizar una profunda transformación para cumplir el papel que le corresponde en el proceso general de modernización que el país realiza; proceso en el cual la investigación y el desarrollo tecnológico juegan un papel decisivo. Lo anterior se ve reflejado en la creación de la Dirección General de Investigación y Desarrollo Tecnológico, en el seno del Instituto Nacional de Ecología, instancia rectora en el establecimiento de la política y la normativa ambiental del país.

Ahora bien, pese a que en las últimas décadas se ha reconocido la importancia de la ciencia y la tecnología como factores indispensables para lograr el desarrollo económico del país, cabe señalar que la infraestructura actual es todavía insuficiente para conocer y aprovechar de manera sustentable los grandes y variados recursos naturales de México.

La divulgación de los conocimientos científicos y técnicos obtenidos en los últimos años a nivel nacional en este campo ha sido limitada y se desconocen en gran medida las tecnologías indígenas tradicionales para la protección ambiental y la conservación de la biodiversidad.

Tampoco se ha desarrollado suficientemente la industria destinada a producir equipos anticontaminantes y es incipiente la formación de recursos humanos, materiales y tecnológicos para diseñar e instrumentar procesos limpios de producción que

reduzcan la generación de residuos peligrosos y emisiones tóxicas en la fuente y apenas se inician los procesos de gestión ambiental integral en las empresas, como ya fue señalado previamente.

Con base en este balance de la situación actual en México, relativa a la investigación y desarrollo tecnológico en el área ambiental, se han identificado los siguientes objetivos y estrategias para consolidar la infraestructura nacional y apoyar los esfuerzos por lograr el desarrollo sustentable:

1. Completar el inventario relativo a la situación de los conocimientos científicos y a las necesidades y prioridades de investigación y desarrollo tecnológico en la materia.
2. Diseñar mecanismos eficientes que vinculen al sector público, al productivo y a las instituciones de investigación para resolver problemas ambientales concretos y desarrollar tecnologías respetuosas del ambiente.
3. Instrumentar un programa de cobertura nacional para el desarrollo y difusión de elementos tecnológicos que incidan en el mejor aprovechamiento y conservación del patrimonio natural.
4. Desarrollar esquemas de cofinanciamiento entre las instituciones de enseñanza superior e investigación y los sectores gubernamental y productivo para el desarrollo de tecnologías que propicien la conservación ecológica y la protección del ambiente.
5. Apoyar la formación y capacitación de

- cuadros técnicos especializados en materias ecológicas y ambientales en los sectores público y privado.
6. Impulsar la realización de proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico entre las instituciones nacionales y entre éstas con extranjeras para atender la problemática ecológica y ambiental prioritaria.
  7. Ampliar y reforzar la infraestructura científica y modernizar la estructura tecnológica para apoyar las acciones de protección del equilibrio ecológico y mejoramiento del ambiente de manera congruente con el esfuerzo nacional de modernización, competitividad y eficiencia económica.
  8. Impulsar los programas de asistencia técnica y capacitación para las dependencias del sector público, los gobiernos estatales y municipales, así como para empresas privadas y organismos sociales, que permita incorporar experiencias y conocimientos relativos a la gestión ambiental.
  9. Rescatar tecnologías autóctonas que hayan probado su utilidad para prevenir y contrarrestar la degradación ecológica.
  10. Establecer o fortalecer los sistemas de información e intercambio de conocimientos nacionales e internacionales sobre ecología y ambiente.
  11. Establecer o fortalecer bancos de datos sobre tecnologías limpias que faciliten la identificación de las mismas y el acceso a la información técnica y económica para ayudar a los inversionistas y tomadores de decisiones y a los tecnólogos que las innovan y adoptan.
  12. Propiciar la utilización de instrumentos e incentivos económicos a fin de fomentar el desarrollo, adopción, adaptación e innovación de tecnologías limpias.
  13. Promover coinversiones y procesos de transferencia tecnológica con países que cuentan con tecnologías avanzadas.
  14. Procurar el desarrollo y la capacitación de recursos humanos en todas las fases de la transferencia de tecnología en los niveles profesional, técnico y vocacional.
  15. Ampliar las capacidades para la evaluación de tecnologías y su adaptación a las necesidades de México, así como apoyar tecnológicamente la gestión ambiental integral de las empresas.
  16. Impulsar a centros de apoyo tecnológico ambiental para las industrias micro, pequeña y mediana.

---

### Perspectivas Nacionales

---

México, con base en todas las experiencias antes referidas, orienta hoy sus esfuerzos a completar el marco regulatorio e incorporar el uso de instrumentos de mercado para favorecer el cambio y la innovación tecnológica.

Con la publicación de la nueva Ley Fe-

deral de Metrología y Normalización, en julio de 1992, la normativa en la materia será sustentada en análisis costo-beneficio, con objeto de desestimular el uso de regulaciones obligatorias cuando se disponga de otros medios para alcanzar los objetivos que persiguen las normas, así como de tomar en cuenta el contexto nacional.

Asimismo, la creación de comités consultivos de normas, en los que participan funcionarios públicos, industriales, académicos, y representantes del sector social, permitirá que las normas reflejen las preocupaciones de todos esos sectores y que ellos participen en la vigilancia de su cumplimiento.

Cabe tener presente que en nuestro país, su Constitución Política confiere a los recursos naturales un papel estratégico y que tanto el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, como el Programa para la Protección al Ambiente 1990-1994 sientan las bases para el desarrollo sustentable.

Inscrita en ese marco, la política ecológica mexicana busca valorar los recursos naturales de manera tal que su explotación sea racional y que la externalidades ambientales se incorporen en los costos de los procesos productivos.

Así por ejemplo, de acuerdo con la nueva Ley de Aguas Nacionales -que cuenta con un título dedicado a la prevención y control de la contaminación del agua- los usuarios

del agua tendrán que pagar el precio correspondiente por generar aguas residuales que deberán recibir tratamiento. Al mismo tiempo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente establece las bases para aplicar el principio "el que contamina paga" a las diversas actividades productivas contaminantes.

Lo anterior debe ser reflejado en las políticas nacionales de desarrollo científico y tecnológico y en los programas de formación de los profesionales que el país requiere para poner en práctica sus políticas ambientales. El problema estriba en que la mayor parte de los programas curriculares de las diferentes disciplinas profesionales no han incorporado aún tales consideraciones y la carencia de especialistas en el campo es notable, incluso para evaluar los costos y beneficios ambientales y en general sociales, de las tecnologías que se están utilizando en México.

El papel de las instituciones académicas y organizaciones de profesionales en la sustentación científico-técnica de la política ambiental es esencial, así como su contribución al desarrollo e incorporación de tecnologías ambientalmente idóneas. De particular relevancia, además, serán sus esfuerzos para incorporar -desde las etapas más tempranas de la formación profesional- los enfoques de ciclo de vida y de diseño ambiental, así como su participación en los programas tendientes a inducir su adopción en todas las actividades productivas del país.