

# Economía ambiental: una revisión temática y bibliografía actual

## Introducción

En años recientes se ha desarrollado un mayor interés por analizar los temas relacionados con la actividad económica y el medio ambiente (Jorgenson, 1998, Kolstad, 2001, Goodstein, 2002). En este sentido, se argumenta que la actividad económica genera una demanda creciente de recursos naturales y activos ambientales, por lo que la producción de bienes y servicios tiene un impacto negativo en la calidad del medio ambiente. Esto es, dado que los servicios y bienes que proporciona el medio ambiente, tienen un precio por debajo del óptimo o son gratuitos, generan un exceso de demanda por parte de los agentes económicos (Kolstad, 2001, Goodstein, 2002). Además, en el caso de recursos de acceso libre o donde los derechos de propiedad son ambiguos, se generan incentivos a sobrexplotar el recurso, por lo cual los costos individuales de sobrexplotación se reducen a cero, sin importar la cantidad disponible del bien y en consecuencia se genera una dinámica donde una unidad no tomada por un individuo será tomada por otro y por tanto las conductas de conservación pierden sentido (Escalante y Aroche, 2003).

La teoría económica convencional<sup>1</sup> explica el deterioro ambiental, debido a que no existen muchos mercados bien estructurados y funcionales donde se intercambien los bienes ambientales; en consecuencia los productores y consumidores no incluyen los costos implicados en sus decisiones, lo que explica el uso excesivo de los recursos naturales y por consiguiente el deterioro del medio ambiente (Goodstein, 2002, Pearce y Turner, 1990, Helm y Pearce, 1991 y Varian, 1990).

En este marco, la economía ambiental ha desarrollado diversas soluciones para los problemas ambientales, con fundamentos económicos apropiados y considerando que estos problemas, por desgracia no son la excepción sino la norma. Así, el objetivo de la presente nota es presentar una breve exposición sobre cuatro de las principales líneas de investigación de la economía ambiental, referidos a los temas de crecimiento económico y deterioro ambiental, consumo de energía, consumo de gasolina y transporte, así como los instrumentos utilizados en la planeación ambiental.

## II. Crecimiento económico y deterioro ambiental

Una de las principales líneas de investigación de la economía ambiental, se refiere a los efectos del crecimiento económico en el medio ambiente (Selden y Song, 1994, Shafik, 1994, Grossman y Krueger, 1995, Munasinghe, 1999, Suri y Chapman, 1998,

\*Profesores de la Facultad de Economía, UNAM. Agradecemos el apoyo de Yessica Ramos en la revisión bibliográfica, asimismo agradecemos los valiosos comentarios de Luis Miguel Galindo. Los errores son responsabilidad de los autores. Este trabajo se realizó con apoyo del proyecto PAPIIT IN-305502-3 "Crecimiento económico y desarrollo en México y Latinoamérica".

<sup>1</sup>Se hace referencia a la teoría microeconómica.

Dinada, 2004). Por un lado, se argumenta que el crecimiento económico es el origen de los principales problemas ambientales en la medida en que el producto se asocia a las principales fuentes de emisiones de contaminantes, la demanda de insumos ambientales y recursos naturales o la degradación ambiental. En este sentido, el crecimiento económico se traduce en un creciente deterioro ambiental. Por otra parte, existe otra posición que sostiene que el crecimiento económico es la clave para salir de los problemas ambientales. Argumentando que el aumento en el nivel de ingreso per cápita, se asocia a una mejora ambiental.

Estas posturas se han analizado, básicamente, bajo la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets,<sup>2</sup> la cual propone que existe una relación inversa, en forma de U invertida, entre la degradación del ambiente o la emisión de determinados contaminantes y el ingreso per cápita (Stern y Common, 1996 y Ekins, 1997). Así, la hipótesis de la curva de Kuznets sostiene que el impacto ambiental de las actividades económicas es mayor en las primeras etapas del desarrollo económico para posteriormente llegar a un punto máximo y después disminuir paulatinamente (Rothman, 1998). En este sentido, la hipótesis de Kuznets permite identificar patrones sistemáticos entre el crecimiento y la degradación ambiental.

Las investigaciones empíricas sobre la curva ambiental de Kuznets, han utilizado diversos indicadores<sup>3</sup> que miden el deterioro ambiental y el nivel de ingreso per cápita (Grossman, y Krueger, 1995, Barbier, 1997, Stern, 1998). También, se han considerado, en la especificación, otras variables de ajuste como: la densidad de población (Kaufmann *et al*, 1998), grado de apertura comercial, la estructura productiva<sup>4</sup> (Moonmaw y Unruh, 1997 y Panayotou, 1997), emisiones por kilómetro cuadrado (Bruyn, 1997) o incluso considerando los rezagos de estas variables<sup>6</sup> (Panayotou, 1997 y Grossman y Krueger, 1995).

Sin embargo, la evidencia empírica internacional disponible sobre este tema es ciertamente compleja e incluso contradictoria, toda vez que depende del tipo de contaminante o incluso el país o el nivel de ingreso per cápita considerado (Ekins, 1997, Stern, *et al*, 1996 y Stern, 1998). No obstante ello, puede argumentarse que se han identificado patrones regulares de comportamiento entre el producto y el nivel de degradación ambiental. Por otra parte, es importante mencionar que este patrón no es automático o determinístico, debido a que adquiere diversas formas y depende

<sup>2</sup> Esta curva debe su nombre al trabajo de Kuznets (1955) que postula una relación similar entre distribución del ingreso y niveles de ingreso.

<sup>3</sup> Se han utilizado emisiones de CO<sub>2</sub>, contaminación de mantos acuíferos o ríos, o deforestación entre otros indicadores.

<sup>4</sup> Medido por ejemplo como la razón de industria a producto y teniendo mayor peso en los países en vías de desarrollo (Bruyn, 1997).

<sup>5</sup> Las estimaciones de Panayotou (1997) indican que las variables rezagadas no son estadísticamente significativas.

de diversos aspectos como la estructura productiva de la economía; los procesos de innovación tecnológica; la aplicación más estricta de las regulaciones ambientales; las presiones asociadas a la mayor información y educación sobre las consecuencias ambientales y de sistemas políticos más democráticos (Selden y Song, 1994, McConnell, 1997, Rothman y Bruyn, 1998).

En este marco, y de acuerdo a las investigaciones sobre la curva ambiental de Kuznets, si bien existe un impacto negativo del crecimiento económico en la calidad ambiental, no se puede concluir que mayores niveles de crecimiento económico permitirán disminuir los problemas ambientales. Así, las mejoras ambientales no dependen sólo del crecimiento económico sino que se requiere de la instrumentación de políticas ambientales que promuevan la innovación ecológica, las regulaciones ambientales y de mantener un continuo proceso de innovación tecnológica (Hilton y Levinson, 1998).

La relación entre crecimiento económico y calidad ambiental sigue siendo un tema de interés, actualmente una importante vertiente de las investigaciones se ha orientado a modelar teóricamente y empíricamente los efectos de la innovación tecnológica en el crecimiento económico y la calidad ambiental (Dianda, 2004). Sin embargo, existen escasos trabajos aplicados para la economía mexicana, situación que debería ser considerada en las investigaciones de los economistas mexicanos.

### III. El consumo de energía

Sin duda el consumo de energía es un factor fundamental para el funcionamiento de cualquier economía moderna y representa un elemento esencial en la definición de una estrategia para un desarrollo económico sustentable (Jorgenson, 1998). En este sentido, la evolución del consumo de energía y su relación con las principales variables macroeconómicas, representa otro de los principales temas de interés en el área de economía ambiental (Stern y Cleveland, 2003, Toman y Jemelkova, 2003). En principio se pueden identificar dos enfoques alternativos, para analizar estas relaciones; por un lado se utilizan modelos denominados "bottom up", que disponen de una fuerte base de ingeniería y que utilizan complejas técnicas, ya que necesitan conocer las cantidades de energía que utilizan diversas maquinas y equipos (Jorgenson, 1998).

En el otro extremo, se ubican modelos económicos (top down) ya sea del tipo de modelos de equilibrio general computable o directamente econométricos. Así, los modelos de equilibrio general computable se basan en la teoría macroeconómica y utilizan funciones de demanda y oferta del tipo Cobb-Douglas o CES, compuestas por una gran cantidad de variables (Mabey, Hall, Smith y Gupta, 1997; Jorgenson y Wilcoxon, 1993a; Jorgenson, 1984; Jorgenson y Wilcoxon, 1998; y Ho y Jorgenson, 1998). Sin embargo, como consecuencia de su alto nivel de desagregación, la calibración de estos modelos requiere el uso de diversos supuestos sobre los valores específicos de ciertos parámetros, que resultan difíciles de estimar con información real. Por su parte,

los modelos econométricos se han concentrado en analizar el consumo de energía como una función de diversos factores, en donde destacan la trayectoria del producto y su composición estructural, el progreso técnico y la evolución de los precios relativos o incluso el estilo de vida o preferencias de los agentes económicos (Cline, 1992, Jorgenson y Wilcoxon, 1993, Mabey, Hall, Smith y Gupta, 1997 y Jorgenson, 1998).

Estos diferentes tipos de modelos son utilizados para inferir los costos de distintos escenarios de control energético, ya sea explícitamente incluyendo una función de producción, modelando un sector productivo específico, o de manera indirecta considerando los costos asociados al cambio en los precios de los energéticos (Cline, 1992). Sin embargo, es importante destacar que el uso de los diferentes tipos de modelos conduce a estimaciones diferentes, en cuanto a los costos asociados al consumo de energía.

En este contexto, las investigaciones empíricas se han concentrado en tres especificaciones alternativas. Por un lado, a un nivel aplicado existe una tendencia a considerar el consumo de energía como una función del nivel de producto y de su composición,<sup>6</sup> del progreso técnico y de la evolución de los precios relativos (Mabey, Hall, Smith y Gupta, 1997; Howarth, Schipper y Anderson, 1993; Nachane, Nadkarni y Karnik, 1988; y Jorgenson, 1998). En segundo lugar, se utiliza una función de demanda que depende del ingreso, o del ingreso per cápita, y de los precios relativos (véanse, por ejemplo, Sterner, 1989; Boone, Hall, Kembball-Cook y Smith, 1995; y Mabey, Hall, Smith y Gupta, 1997). En una tercera vertiente, la energía se considera como un insumo de la producción, así el interés se ha orientado a analizar su contribución al producto y sus grados de complementariedad o sustituibilidad con el empleo, el capital o los insumos físicos (Jorgenson, 1984, Murry y Nan, 1990, Pyndick, 1979, Cheng, 1994, Allen y Urga, 1995, Berndt y word, 1979 y Apostolakis, 1990, Stern 2000, Boyd y Karlson 1993)

Las investigaciones realizadas para el caso de la economía mexicana, son escasas y se han concentrado en analizar las relaciones que existen entre energía, producto, precios relativos de la energía y empleo como variables más relevantes. Así, el trabajo de Villagómez (1983), con base en información del sector de manufacturas, muestra que el consumo energético es relativamente inelástico a las variaciones de la producción y que los precios de los energéticos no tienen un efecto importante. En el caso de Galindo y Aroche (2000), que estiman un modelo econométrico para la demanda de energía, muestran una alta correlación con el producto y crean una línea base para determinar el efecto que tendrá el consumo de energía sobre las emisiones de gases de efecto invernadero. Más recientemente, Galindo (2003) concluye que existe causalidad entre el consumo de energía y el producto, además que los precios relativos de la energía sólo son importantes en el corto plazo. Finalmente en Galindo y Sánchez (2005), estiman una función de demanda de empleo incluyendo el consumo de energía,

<sup>6</sup>Se refiere la peso de los distintos sectores productivos en el producto total.

utilizando técnicas de cointegración, concluyen que existe una relación bidireccional entre energía y producto, asimismo la energía y el empleo son bienes sustitutos. Lo cual implicaría que un mayor empleo asociado a un aumento de la actividad económica tendrá como consecuencia un aumento en la demanda de energía. De acuerdo a los autores este es uno de los temas importantes a ser analizados, hacia el futuro, debido a que uno de los objetivos de las políticas de ahorro de energía deberá ser desacoplar la trayectoria del empleo y el producto del consumo de energía, que si duda implica una innovación tecnológica y el uso de energías renovables.

Sin duda, el análisis del consumo de energía, ha adquirido una mayor relevancia, debido a que el uso constante de los energéticos ha generado un aumento en los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero, que provocan el cambio climático. La relación de la energía con el producto, el empleo y los precios relativos y las emisiones son aspectos relevantes que deben ser considerados en la instrumentación de políticas energéticas y ambientales, sobre todo en las investigaciones futuras en el campo de la economía.

#### IV. Consumo de gasolina, transporte y calidad del aire

La contaminación del aire en las principales zonas urbanas se ha convertido en uno de los temas más intensamente discutidos en la economía ambiental, debido a los costos asociados a la contaminación del aire. Una de las principales fuentes de contaminación es el transporte, debido a que es una actividad que demanda enormes cantidades de combustibles fósiles. En efecto, el transporte genera costos sociales importantes<sup>7</sup> tales como los costos en salud asociados a la contaminación del aire (McCubbin y Delucchi, 1999) y (Krupnick, Harrington y Ostro, 1989), los costos en congestionamientos o accidentes (Newbery, 1995 y Jones-Lee, 1990), los costos para proveer la infraestructura vial (Newbery, 1988) o incluso los costos ambientales relacionados directamente al cambio climático (Button, 1990) y a la forma y características del desarrollo urbano (Boarnet y Haughwout, 2000). Las investigaciones empíricas sobre este campo, se han orientada a analizar los principales determinantes, que explican la demanda de gasolina, el transporte y el uso del automóvil a fin de diseñar opciones que compatibilicen el crecimiento económico con un transporte moderno, cómodo, seguro y limpio (Silberston, 1995 y Newbery, 1988).

En el caso de las investigaciones sobre la demanda de gasolina (Goodwin, 1992; Oum, Waters y Yong, 1990; Goodwin, 1992 y Medlock y Soligo, 2002), generalmente se apoyan en el marco de la teoría microeconómica, es decir con base en las preferencias de los agentes económicos sujetos a una determinada restricción presupuestal (Varian, 1978 y Deaton y Muellbauer, 1980). Así, la demanda de gasolina es una función del

<sup>7</sup> Véase Newbery (1988) y (1995) o Silberston (1995) y Delluchi (1997) para un resumen de los costos de transporte.

ingreso real y de los precios relativos de la gasolina (Johansson y Schipper, 1997 y Sterner y Dahl, 1992, Eskeland y Feyzioglu, 1994). Los resultados a nivel internacional muestran que, a largo plazo el consumo de gasolina mantiene una elasticidad ingreso entre 0.4 y 1.2, en tanto que la elasticidad precio se ubica en un rango de  $-0.25$  a  $-0.8$  (Goodwin, 1992, Sterner, Dahl y Franzen, 1992, Oum, Waters y Yong, 1990, Graham y Glaister, 2002, Houthakker, Verleger y Sheenan, 1974, Baltagi y Griffin, 1983). Asimismo, las estimaciones realizadas para México encuentran una elasticidad ingreso similar (Eskeland, 1993; Eskeland y Feyzioglu, 1994; Berndt y Botero, 1985; Alba y Samaniego 1985; Pindyck 1979, Eskeland y Feyzioglu, Galindo, Sánchez y Heres, 2005). En este sentido, se argumenta que la elevada elasticidad del ingreso esta asociada a las necesidades crecientes de transporte de la población. Por otra parte, si bien un aumento de los precios de la gasolina puede disminuir su consumo, este efecto puede ser anulado si se presenta un aumento en la actividad económica, estos resultados son importantes a considerar en el diseño de una política ambiental dirigida a reducir las emisiones del sector transporte.

La demanda de transporte, por su parte, en principio sigue las especificaciones convencionales de las funciones de demanda para cualquier bien. Sin embargo, las investigaciones sobre el tema señalan que existen diversos aspectos que deben ser considerados en la modelación. Tales como las decisiones sobre la generación del viaje, el destino que cumple mejor a los propósitos del viaje, la hora a realizarse, el modo de transporte, la frecuencia e incluso el número de ocupantes por viaje (Hills, 1996, p. 8, Transportation Research Board, 1995 y Wood, 1994). Debe además considerarse que estas decisiones tienden a repetirse cada día (Sonensson, 2001). En este sentido, un tema que ha tomado un gran auge en los últimos años es el de tráfico inducido, el cual es diferente a la generación de tráfico que proviene de factores tales como el crecimiento poblacional, el aumento del ingreso per cápita o simplemente el crecimiento económico.

El tráfico inducido se define como el aumento en el número de viajes debido a un incremento en la capacidad vial, que normalmente se mide como un incremento en los kilómetros de viaje por automóvil (Hills, 1996, p. 7, Cervero y Hansen, 2002; Transportation Research Board, 1995, Noland, 2001, Noland y Cowart, 2000). En este contexto, se considera tráfico inducido a aquellos viajes que se generan por la nueva vialidad, a los viajes provenientes de una nueva distribución a nuevos destinos, un cambio en el modo de transporte o desviaciones para utilizar rutas más rápidas pero más largas en kilómetros (Galindo, *et al*, 2005). La teoría económica de la oferta y la demanda explica la existencia del tráfico inducido, a partir de considerar que un aumento en las vialidades reduce la función generalizada de costos de viaje, por lo cual el costo asociado al tiempo que se destina al transporte se reduce.<sup>8</sup>

<sup>8</sup>Noland (2002) argumenta que el principal componente de costos en los vehículos privados es el tiempo de transporte. Véase De Serpa (1971) para una teoría de la economía del tiempo.

La evidencia empírica internacional, confirma la presencia del fenómeno de tráfico inducido básicamente a través de medir la sensibilidad de respuesta de los agentes a la función general de costos de transporte (Goodwin, 1992, 1996, Dargay y Goodwin 1995, Hills, 1996, Oum *et al*, 1992, Halcrow Fox *et al*, 1993, Barr, 2000). Así, se ha calculado que la elasticidad del volumen de tráfico con respecto al tiempo de viaje<sup>9</sup> se ubica entre -0.3 y -1.0, es decir una reducción en el tiempo destinado en los viajes en auto tiene un impacto positivo en el volumen de tráfico (Wiston, 1985). Estas magnitudes, indicarían que los beneficios de construir nuevas vialidades puede reducirse entre 20 y 40% (Noland y Lem, 2002, p. 18).

Otra vertiente en esta línea de investigación, aproxima el volumen de tráfico asumiendo una relación relativamente estable con el consumo de gasolina (Oum, Waters y Yong, 1992), argumentan que las elasticidades precio de tráfico son similares, a corto plazo, a las elasticidades precio de las gasolinas (Dix y Goodwin, 1982). Esta igualdad de corto plazo se origina en un ajuste lento del consumo de gasolina como resultado de la presencia de hábitos ineficientes y del proceso paulatino de ajuste en la flota vehicular (Graham y Glaister, 2002). También se han especificado pruebas de causalidad en el sentido de Granger, utilizando el volumen de tráfico y el gasto en nuevas vialidades, confirmando la presencia de tráfico inducido (Fulton *et al*, 2000 y Prakash, *et al*, 2001, Cervero y Hansen, 2000).

La existencia de tráfico inducido tiene desde luego diversas consecuencias sobre la planeación y el diseño de las políticas públicas para el desarrollo urbano. En efecto, el tráfico inducido implica que la construcción o mejoramiento de la infraestructura vial genera una demanda creciente de viajes que eleva el tráfico general. Por otra parte, la elevada elasticidad ingreso del consumo de gasolinas, asociado al incremento de la flota vehicular muestra que el transporte, principalmente en México (Galindo, Sánchez y Heres, 2005), es aún intensivo en el consumo de combustibles y hace difícil que, bajo un escenario de crecimiento económico continuo, se observe también una reducción del consumo de gasolina y por tanto de las emisiones de contaminantes. Esta situación, sin duda son temas relevantes, desde el punto de vista de la teoría económica, para la definición de políticas de infraestructura urbana, vialidades y regulación ambiental.

## V. Planeación y regulación ambiental e incentivos económicos

La teoría económica convencional, argumenta que la mayoría de los problemas ambientales son consecuencia de que los bienes ambientales son bienes públicos y de acceso ilimitado de modo que las fuerzas del mercado no proveen los incentivos

<sup>9</sup> Aunque probablemente sea más alta en algunas zonas urbanas (Barr, 2000 y Hansen y Huang, 1997).

adecuados (Hazilla y Koop, 1990, Kolstad y Bramen, 1991, Kolstad, 2001, Perman, *et al* 2003, Goodstein, 2002). En este sentido, la teoría económica considera los problemas ambientales, no obstante su magnitud, como externalidades y casos excepcionales. Sin embargo, en los últimos años existe una labor más constructiva para desarrollar, desde el punto de vista del análisis económico, diversas soluciones para los problemas ambientales con fundamentos económicos apropiados y considerando que estos problemas, por desgracia no son la excepción sino la norma (Panayotou, 1994, Svendsen, 1998, Tietenberg, 1990, OECD, 1997).

De este modo, la planeación estratégica ambiental, que tiene por objetivo la protección del medio ambiente, se apoya en la regulación y en el uso de incentivos económicos. La regulaciones se definen como instrumentos estatutarios para controlar o influir en la calidad del medio ambiente<sup>10</sup> (Gilpin, 2003), que implican sanciones administrativas y controles directos. Por su parte, los instrumentos económicos son una forma de influir en la demanda o en la oferta de los bienes ambientales y generalmente se clasifican en: instrumentos fiscales, que se aplican como regímenes tributarios especiales; instrumentos financieros que tienen por objetivo financiar programas de inversión para recuperar recursos naturales y construcción de infraestructura; y los instrumentos de mercado y derecho administrativo, que están orientados a la creación o complementación de mercados ambientales (Escalante y Aroche, 2003, OECD, 1994 y 1997).

En años recientes a nivel mundial se ha generalizado un mayor uso en la aplicación de incentivos basados en precios y costos, que además de permitir una mayor recaudación ofrecen una mayor flexibilidad y un mejor seguimiento (Acquatella, 2001). En un estudio realizado por la OCDE (1994), se identifica que en varios países se han aplicado tarifas e impuestos por uso de recursos naturales, cargos sobre el volumen de contaminación vertida o emitida al agua o aire, así como la generación de residuos sólidos y ruido. Asimismo, destaca el papel de los impuestos ambientales como parte integral de los programas de reforma fiscal en los países desarrollados. Por ejemplo en 1995 la recaudación por impuestos ambientales en los países de la OCDE, representaron cerca de 2.5% del PIB. La mayoría de estos impuestos incide sobre una base impositiva relacionada con los sectores de transporte y energía.

Si bien existe un mayor consenso en el uso de instrumentos económicos (Kolstad, 2001, Acquatella, 2001, Escalante y Aroche, 2003), es importante reconocer que la obtención de resultados satisfactorios en el cuidado del medio ambiente, requiere de complementar en forma consistente y con una visión de largo plazo, el conjunto de las regulaciones ambientales con el uso de diversos instrumentos económicos (Kolstad, 2001, Gilpin, 2003). En este sentido, la planeación estratégica en el sector ambiental

---

<sup>10</sup>La mayoría de las regulaciones ambientales se han aplicado en países desarrollados, sobre aspectos como el control de la contaminación del aire, agua, reducción del ruido, manejo de desechos sólidos, administración del suelo (Gilpin, 2003, Goodstein, 2002).

debe identificar los principales lineamientos para una sinergia exitosa entre las regulaciones ambientales y los instrumentos económicos e identificar indicadores de desempeño fáciles de monitorear y evaluar (Kolstad, 2001, Goodstein, 2002, Perman, *et al*, 2003). Así, en el ámbito de la economía ambiental, existe un amplio campo de investigación en torno a la creación y aplicación de instrumentos económicos, mediciones de impacto ambiental, que en el contexto de la planeación ambiental y la definición de políticas públicas resultan relevantes.

## VI. Comentarios finales

La economía ambiental es un campo de estudio que en los últimos años ha cobrado una gran relevancia, tanto en las investigaciones empíricas, teóricas y de diseño de políticas públicas. La breve exposición sobre algunas de las principales líneas de investigación muestra la importancia que tienen las diferentes actividades económicas sobre el medio ambiente. Esta situación plantea retos importantes para los economistas, toda vez que el problema ambiental no se reduce a la evolución del crecimiento económico sino que debe considerarse el papel de los mercados, la innovación tecnológica y las regulaciones ambientales. En este sentido, las investigaciones desarrolladas por los economistas, principalmente los que laboran en instituciones educativas del país, deberían dar una mayor atención a estos temas. Toda vez que existen importantes cuestiones por resolver como por ejemplo la incorporación de la innovación tecnológica y el deterioro ambiental en los modelos de crecimiento; los procesos de urbanización y aglomeración asociado a emisiones de contaminantes y al consumo de gasolina; la energía como insumo en la función de producción y sus elasticidades de sustitución.

Pero no sólo en el ámbito estricto de la teoría económica existen importantes cuestiones a investigar. El estudio de la economía ambiental requiere, sin duda un enfoque multidisciplinario, lo cual implica apoyar la conformación de equipos de investigación multidisciplinario que permitirán evaluar de una mejor forma los impactos de la actividad económica en el medio ambiente, así como el diseño de instrumentos económicos más eficientes y a un menor costo con el propósito de reducir la degradación del medio ambiente ■

## Bibliografía

### Crecimiento económico y deterioro ambiental

- Barbier, E.R. "Introduction to the environmental Kuznets curve special issue", *Environment and Development Economics*, 2, 1997, 369-381.
- Bruyn de, S.M., "Explaining the environmental Kuznets curve: structural change and international agreements in reducing sulphur emissions", *Environment and Development Economics*, 2, 1997, 485-503.
- Dinda, S., Environmental Kuznets cuve hypothesis : a survey. *Ecological Economics*, 49 (4), 2004, 431-455.
- Ekins, P., "Kuznets curve for the environment and economic growth: examining the evidence", *Environmental and Planning Annals*, 29, 1997, 805-830.
- Grossman, G.M. y A.B. Krueger, "Economic growth and the environment", *Quarterly Journal of Economics*, May, 1995, 353-377.
- Kaufmann, R.K., B. Davidsdotter, S. Garnham y P. Pauly, "The determinants of atmosphereric SO2 concentrations: reconsidering the environmental Kutznets curve", *Ecological Economics*, 25, 1998, 209-220.
- Kutznets, S., "Economic growth and income inequality", *Environmental and Development Economics*, 2, 1995, 451-463.
- McConnell, "Income and the demand for environmental quality", *Environment and Development Economics*, 2, 1997, 383-399.
- Moomaw, W.R. y G. Unruh, "Are environmental Kuznets curves misleading us? The case of CO2 emissions", *Environment and Development Economics*, 2, 1997, 451-463.
- Munasinghe, m., Is environmental degradation an inevitable consequence of economic growth: tunneling through the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 29(1), 1999, 89-109.
- Panayotou, T., "Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool", *Environment and Development Economics*, 2, 1997, 465-484.
- Rothman, D.S. y S.M. de Bruyn, "Probing into the environmental Kuznets curve hypothesis", *Ecological Economics*, 25, 1998, 143-145.
- Rothman, D.S., "Environmental Kuznets curves: real progress or passing the buck?: a case for consumption-based approaches", *Ecological Economics*, 25, 1998, 177-194.
- Selden, T.M. y D. Song, "Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions?", *Journal of Environmental Economics and Management*, 27, 1994, 147-162.
- Stern, D. I., Progress on the environmental Kuznets curve? *Environmental and Development Economics*, 3, 1998, 197-196.
- Stern, D. I., Common, N. S., Barbier, E. B., Economic growth and environmental degradation: the environmental Kutznets curve and sustainable development. *World Development*, 24, 1996, 1151-1160.

- Stern, D. y M. Common, "Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development", *World Development*, 24(7), 1996, 1151-1160.
- Suri, V. y D. Chapman, "Economic growth, trade, and energy: implications for the environmental Kuznets curve", *Ecological Economics*, 25, 1998, 195-208.

#### Consumo de energía

- Allen, C. y G. Urga, "Derivation and Estimation of Interrelated Factor Demands from Dynamic Cost Function", *Documento de Trabajo Center for Economic Forecasting Discussion Paper*, London Business School, University of London, 1995, 10-95.
- Apostolakis, B.E., "Energy-capital Substitutability/Complementary: The Dichotomy", *Energy Economics*, vol. 12, 1990, 48-58.
- Berndt, E.R. y D.O. Wood, "Engineering and Econometric Interpretations of Energy-capital Complementary: A Reconciliation", *American Economic Review*, vol. 69, núm. 3, junio, 1979, 342-354.
- Boone, L., S.G. Hall, D. Kemball-Cook y C. Smith, "Endogenous Technological Progress in Fossil Fuel Demand", en T. Barker, P. Ekins y N. Johnstone (eds.), *Global Warming and Energy Demand*, Routledge, Londres y Nueva York, 1995.
- Boyd, G.A. y S.H. Karlson, "The Impact of Energy Prices on Technology Choice in the States United Steel Industry", *Energy Journal*, vol. 14, núm. 2, 1993, 47-56.
- Cheng, B.S., "Energy Consumption and Economic Growth in Brazil, Mexico and Venezuela: A Time Series Analysis", *Applied Economic Letters*, vol. 4, 1997, 671-674.
- Chung, J.W., *Utility and Production Function*, Blackwells, Cambridge, MA., 1994.
- Cline, W.R., *The Economics of Global Warming*, Institute for International Economics, Washington, 1992.
- Costanza, R., "Embodied Energy and Economic Valuation", *Science*, vol. 210, pp. 1980, 219-1224.
- Delucchi, Mark, "The Annualized Social Cost of Motor-Vehicle Use in the U.S., 1990-1991: Summary of Theory, Data, Methods and Results", *Institute of Transportation Studies*, University of California at Berkeley, UCTC núm. 311, 1997,
- Galindo, L.M. y F. Aroche, "Cambio Climático y Fundamentos Económicos: El Caso de México", *Documento de Trabajo Instituto Nacional de Ecología*, Banco Mundial, 2000.
- Galindo, L.M. y L. Sánchez, "El consumo de energía y la economía mexicana: un análisis empírico con VAR", *Economía Mexicana*, artículo por publicarse, 2005.
- Ho, M.S. y Jorgenson D.W., "Stabilization of Carbon Emission and International Competitiveness of U.S. Industries", en D. W. Jorgenson (ed.), *Growth. Econometric General Equilibrium Modeling*, The MIT Press, Cambridge, MA, vol. 2, 1998, 373-412.
- Howarth, R.B., L. Schipper y B. Anderson, "The Structure and Trends and Intensity of Energy Use: Trends in five OECD Nations", *The Energy Journal*, vol. 14, núm. 2, 1993, 27-44.

- Jorgenson, D.W. y P.J. Wilcoxon, "Energy, the environment and economic growth". En *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, A. Knees y J. Sweeney (eds.), vol. 3, 1993a, 1267-1349.
- Jorgenson, D.W. y P.J. Wilcoxon, "Reducing U.S. Carbon Dioxide Emissions: An Econometric General Equilibrium Assessments", *Resource and Energy Economics*, vol. 15, núm. 1, marzo, 1993b, 7-26
- Jorgenson, D.W. y P.J. Wilcoxon, "Fundamental tax reforms and energy markets", En *Growth. Econometric general Equilibrium Modeling*, D. W. Jorgenson (ed.), The MIT Press, Cambridge, MA, vol. 2, 1998, 413-441.
- Jorgenson, D.W. y P.J. Wilcoxon, "Environmental regulation and U.S. economic growth", en D.W. Jorgenson, *Growth: Energy, The Environment and Economic Growth*, vol. 2, 1998, MIT Press, 1998, 157-194.
- Mabey, N., S. Hall, C. Smith y S. Gupta, *Argument in the greenhouse. The international economics of controlling global warming*, Routledge., 1997.
- Murry, D. A. y G. D. Nan, "The Energy Consumption and Employment Relationship: A Clarification", *The Journal of Energy and Development*, vol. XVI, núm. 1, noviembre-otoño, 1990, 121-131.
- Nachane, D. M., R. M. Nadkarni y A. V. Karnik, "Cointegration and Causality Testing of the Energy-GDP Relationship: A Cross-country Study", *Applied Economics*, vol. 20, 1998, 1511-1531.
- Pindyck, R. S., *The Structure of World Energy Demand*, MIT Press, 1997.
- Stern, D.I., "A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy", *Energy Economics*, 22, 2000, 267-283.
- Stern, D.I. y C.J. Cleveland, "Energy and economic growth". En *Encyclopedia of Energy*, D.I. Stern y C.J. Cleveland (eds.) Academic Press, San Diego, CA. 2003.
- Sterner, T., "Factor Demand and Substitution in a Developing Country: Energy Use in Mexican Manufacturing", *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 91, núm. 4, 1989, 723-739.
- Toman, M. A. y B. Jemelkova, "Energy and economic development: an assessment of the state of knowledge". *Energy Journal*, 24 (4), 2003, 93-112.
- Villagómez, A., "Crecimiento económico y consumo de energía en el sector manufacturero: 1965-1979", *Economía Mexicana, Análisis y Perspectivas*, 5, 1983, 211-219.

#### Consumo de gasolina, transporte y calidad del aire

- Alba, E. y R. Samaniego, "Estimación de la demanda de gasolinas y diesel y el impacto de sus precios sobre los ingresos del sector público." *Documento de Trabajo Centro de Estudios Económicos*, 1985.
- Baltagi, B. y J.Griffin, "Gasolina Demand in the OCDE: An application of Pooling and Testing Procedures", *European Economic Review* 22 (2), 1983, 117-137.
- Barr, L. C., "Testing for the significance of induced highway travel demand in metropolitan areas", forthcoming in *Transportation Research Record*, 2000.

- Berndt, E.R. y Botero, G., "Energy demand in the transportation sector of Mexico, *Journal of Development Economics*, 16 (2), pp., 1985, 219-238.
- Boarnet, M.G. y A.F. Haughwout, "Do highways matter? Evidence and policy implications of highways, influence on metropolitan development", *Documento de Trabajo The Brookings Institution Center on Urban and Metropolitan Policy*, UCTCU núm. 15, University of California at Berkeley, 2000.
- Button, K., "Environmental externalities and transport policy", *Oxford Review of Economic Policy*, 6(2), 1990, 61-75.
- Cervero, R. y M. Hansen, "Road Supply-Demand Relationships: Sorting Out Causal Linkages", *Documento de Trabajo Institute of Transportation Studies*, UCTC núm. 444, University of California at Berkeley, 2000.
- Cervero, R. y M. Hansen, "Induced travel demand and induced road investment: A simultaneous equation analysis", *Journal of Transport Economics and Policy*, 36(3), September, 2002, 469-490.
- Dargay, J. M. y P. B. Goodwin, "Evaluation of Consumer Surplus with Dynamic Demand Changes." *Journal of Transport Economics and Policy*, 29(2), 1995, 179-93
- Deaton, A. y J. Muellbauer, *Economics and Consumer Behavior*, Cambridge University Press, 1980.
- Dix M.C. y P. Goodwin, "Petrol prices and car use: a synthesis of conflicting evidence", *Transport Policy and Decision Making*, 2(2), 1982.
- Eskeland, G. y Feyzioğlu, T., "Is demand for polluting goods manageable?. An econometric study of car ownership in Mexico", *Journal of Development Economics*, vol. 53, pp. 1997, 423-445.
- Fulton, L.M., D.J. Meszler, R.B. Noland, y J.V. Thomas, "A statistical analysis of induced travel effects in the us Mid-Atlantic Region", *Journal of Transportation and Statistics*, 3(1), 2000, 1-14.
- Galindo, L.M., Heres, D.R. y Sánchez, L., Tráfico Inducido en México: Una Aproximación Empírica, *Documento de Trabajo del proyecto en México del Programa Integral de Contaminación Urbana, Regional y Global del MIT*, 2004.
- Gilpin, A., *Economía Ambiental. Un análisis crítico*, Alfaomega, 2003.
- Goodstein, E., *Economics and the Environmental*. Third Edition. New York: John Wiley & sons, Inc, 2002.
- Goodwin, P.B., "A review of new demand elasticities with special reference to short and long run effects of price changes", *Journal of Transport Economics and Policy*, May, 1992, 155-169.
- Goodwin, P.B., "Empirical evidence on induced traffic: A review and synthesis", *Transportation*, 23, 1996, 35-54.
- Graham, D.J. y S. Glaister, "The demand for automobile fuel", *Journal of Transport Economics and Policy*, 36(1), January, 2002, 1-26.
- Halcrow Fox y Associates, Accent Marketing Research y University of Leeds, "Review and Specification of Model Elasticities", Department of Transport, 1993.

- Hansen, M. e Y. Huang, "Road supply and traffic in California urban areas", *Transportation Research A*, 31, 1997, 205-218.
- Hills, P.J., "What is induced traffic?", *Transportation*, 2-16, 1996.
- Houthakkr, H., P.Veleger, y D. Sheehan, "Dinamic demand analyses for gasoline and residential electricity". *America Journal of Agricultural Economics*, 56 1974, 412-418.
- Johansson, O. y L. Schiper. « Measuring log-run automobile fuel demand ; driving distance". *Journal of Transport Economic and Policy*, 23 (2), 1997, 125-40.
- Jones-Lee, M., "The value of transport safety", *Oxford Review of Economic Policy*, 6, 1990, 39-60.
- Krupnick, A., W. Harrington y B. Ostro, "Ambient ozone and acute health .effects: evidenced from daily data", *Documento de Trabajo Quality of the Environment Division*, QE89-01, 1989.
- McCubbin, R. y M. Delucchi, "The health costs of motor-vehicle-related air pollution", *Journal of Transport Economics and Policy*, 33, 1999, 253-86.
- Newbery, D., "Road user charges in Britain", *The Economic Journal*, 98, 1988, 161-176.
- Newbury, D.M., "Royal Commission Report on Transport and the Environment-Economic Effects of Recommendation", *The Economic Journal*, 105, September, 1995, 1258-1272.
- Noland, R.B., "Relationships between highway capacity and induced vehicle travel", *Transportation Research*, 35(2), 2001, 47-72.
- Noland, R.B. y L.L. Lem, "A review of the evidence for induced travel demand and changes in transportation and environment policy in the U.S. and the U.K.", *Transportation Research*, 7(D), 2002, 1-26.
- Noland, R.B. y W.A Cowart , "Analysis of metropolitan highway capacity and the growth in vehicle miles of travel", *Transportation*, 27, 2000, 363-390.
- Oum, T.H., W.G. Waters y J.S. Yong, "A survey of recent estimates of price elasticities of demand for transport", *Documento de Trabajo del Banco Mundial*, núm. 359, January, 1990.
- Oum, T.H., W.G. Waters y J.S. Yong, "Concepts of price elasticities of transport demand and recent empirical estimates", *Journal of Transport Economics and Policy*, May, 1992, 139-154.
- Pindyck, R. S., *The structure of world energy demand*, MIT Press, 1979.
- Prakash, A.B., E.H. Oliver y K. Balcone, "Does building new roads really create extra traffic?. Some new evidence", *Applied Economics*, 33, 2001, 1579-1585.
- Serpa, De A., "A theory of the economics of time", *The Economic Journal*, December, 1971, 827-846.
- Silbertston, A., "In defence of the Royal Commission Report on Transport and the Environment", *The Economic Journal*, 105, 1995, 1237 -1281.
- Sonensson, T., Inter-urban travel demand elasticities with emphasis on trip generation and destination substitution, *Journal of Transport Economics and Policy*, 35(2), May, 2001, 301-326.

- Sterner, T., C. Dahl y M. Franzén, « Gasoline Tax Policy, Carbon Emissions and the Environment », *Journal of Transport and Economic Policy*, 22, 1992, 109-20.
- Transportation Research Board, “*Expanding Metropolitan Highways: Implications for Air Quality and Energy Use*”, Special report 245, National Research Council, National Academy Press, Washington DC, 1995.
- Varian, H.R., *Microeconomic Analysis*, Norton International Student Edition, 1984.
- Winston, C., “Conceptual developments in the economics of the transportation: An interpretive survey”, *Journal of Economic Literature*, 23, 1985, 57-94.
- Wood, D.A., “Trunk roads and the generation of traffic, The standing advisory committee on trunk road assessment”, The department of Transport, 1994.

#### Planeación ambiental, regulación ambiental e incentivos económicos

- Acquatella, J., “aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionales”, *Documento de Trabajo Cepal, serie medio ambiente y desarrollo*, 2001.
- Escalante, R. y F. Aroche, *Instrumentos Económicos para la gestión ambiental*, UNAM, México, 2003.
- Gilpin, A., *Economía Ambiental. Un análisis crítico*, Alfaomega, 2003.
- Goodstein, E. *Economics and the Environmental*. Third Edition. New York: John Wiley & sons, Inc., 2002.
- Hazilla, M. y R. Koop, “Social Environmental Quality Regulations: A General Equilibrium Analysis”, *The Journal of Political Economy*, 98, núm. 4, 1990 853-873.
- Kolstad, C. y J. Bramen, “Environmental Demand Theory”, en J. Bramen y C. Kolstad (eds.), *Measuring the Demand for Environmental Quality*, North-Holland, 1991.
- Kolstad, C., *Economía Ambiental*, Oxford, 2001.
- OECD, “Managing the Environmental: The Role of Economics Instruments”, *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico*, 1994.
- OECD, “*Evaluating Economic Instruments for Environmental Policy*”, 1997.
- Panayotou, T., “Economic Instruments of Environmental Management and Sustainable Development”, *Documento de Trabajo UNEP*, 1994, 16.
- Perman, R., et al. *Natural Resource and Environmental Economics*, Third Edition, Chapters 1- 5, 2003.
- Svendsen, G., “Public Choice and Environmental Regulation: Tradeable Permit Systems in the USA Carbon Dioxide Taxation in Europe”, Aarhus School of Business, 1998.
- Tietenberg, T., “Economic Instruments for Environmental regulation”, *Oxford Review of Economic Policy*, 16, Oxford University Press, 1990.