



Capacidades tecnológicas e innovación ambiental en la industria mexicana

Tema: Aspectos ambientales, sociales y culturales de la innovación tecnológica.

Categoría: Trabajo académico

Lilia Dominguez Villalobos

UNAM

E-mail: ldv@servidor.unam.mx

Resumen:

Este trabajo busca profundizar en la dinámica de las decisiones empresariales en materia ambiental y tiene el objetivo de demostrar que la presencia de innovaciones ambientales depende de un esfuerzo tecnológico decidido de las empresas, que les de las herramientas necesarias para resolver los problemas técnico ambientales. De ahí que en la medida en que las empresas inviertan en acrecentar sus capacidades tecnológicas y las orienten a solucionar sus problemas ambientales, les será posible contrarrestar el gasto ambiental con un ahorro en costo, tal que incluso pueda existir una relación positiva entre la productividad industrial y el gasto en medio ambiente.

Un antecedente necesario para probar esta hipótesis era la medición de las capacidades tecnológicas. En este sentido este trabajo se apoya en dos trabajos previos (Domínguez y Brown, 2004 y Domínguez, 2004) que se abocan a la medición de las capacidades tecnológicas utilizando el análisis factorial. Este esfuerzo de cuantificación hace posible realizar en forma sistemática comparaciones entre grupos de empresas a la luz de sus capacidades tecnológicas. El análisis de la asociación entre el gasto ambiental y la productividad industrial se realiza con un enfoque de agrupamientos de empresas en función de sus capacidades tecnológicas y un modelo econométrico.

Palabras-clave: capacidades tecnológicas, medio ambiente, innovación



Introducción

A partir de los señalamientos de la Comisión Brundland en 1998 se inicia la discusión sobre las posibilidades de lograr un crecimiento de largo plazo compatible con la preservación del hábitat y los recursos naturales. Se plantea además la cuestión de las posibles consecuencias económicas que puede tener la atención brindada a la preservación del medio ambiente y su potencial efecto negativo en el crecimiento. Una posición extrema, la de la economía ambiental, plantea un trueque entre la atención al medio ambiente y la productividad (Repetto, 1990; Jorgenson y Wilcoxon, 1990). En esta perspectiva pesimista se advierte que no hay viajes gratuitos y que los gastos dedicados al cuidado ambiental implican necesariamente una caída de la productividad así como pérdida de crecimiento y de bienestar. La disminución del ritmo de productividad durante los setenta y ochenta se asocia con el nivel creciente de regulaciones ambientales.

En el otro extremo está la posición optimista que deriva del escrutinio crítico del informe de Meadows, el cual reveló que en esencia estos resultados dependen de los supuestos sobre la naturaleza del proceso técnico (Nordhaus, 1994). El cambio tecnológico se incorpora en la forma tanto de un incremento de una sola vez de recursos naturales, como de una reducción de la contaminación por unidad de producto. Se obtienen resultados muy distintos si se admite la presencia de progreso técnico continuo.

En escala micro (Porter, 1991; Porter y Van der Linde, 1995) el planteamiento expresa la posibilidad de que las empresas, ante una regulación exigente, emprendan cambios técnicos que pueden considerarse innovaciones ambientales o innovaciones “verdes”, que a la par que generan mayor eficiencia contribuyen a disminuir las emisiones a la atmósfera, agua o suelo. La visión porteriana pone en el centro de la discusión el aprendizaje en las empresas y la generación de innovaciones inducidas por la regulación. Sus casos dan abundantes ejemplos sobre la ocurrencia de innovaciones ambientales en diversas empresas.

Los críticos de Porter han cuestionado su evidencia porque se basa en estudios de caso (Palmer, Oates y Portney 1995). Frente a esto, la mayor parte de los trabajos empíricos sobre el tema (Denison, 1979; Gray y Shadbegian, 1993; Conrad y Morrison, 1985; Barbera y Mc Connel, 1990) examinan con técnicas econométricas la asociación entre los costos por acatar las regulaciones y la productividad de un sector industrial o la industria en su conjunto, con resultados que en la mayoría de los casos sugieren un efecto negativo en la productividad debido a que la regulación obliga a las empresas a internalizar los costos ambientales sin una contraparte productiva. Otros estudios más recientes abordan la misma relación en forma dinámica, dando la oportunidad de hacer un ajuste en el tiempo (Jaffe y Palmer, 1997; Lanoie, Patry y Lajeunesse, 2001). Al incorporar un rezago en el gasto ligado al cumplimiento de la regulación ambiental se aprecia que esta variable puede afectar de manera positiva la productividad. De ahí que la evidencia econométrica no sea concluyente.

En nuestra opinión estas posturas extremas no contribuyen a avanzar en el análisis del papel de la tecnología en la sustentabilidad con toda la profundidad que se requiere. Las propuestas de Porter (1991) y Porter y Van der Linde (1995^a) señalan que una regulación bien formulada puede alentar la ecoeficiencia porque hay aprendizaje para ambas partes, esto es, la parte industrial pero también los reguladores. Sin duda la regulación es un elemento fundamental



del entorno institucional que influye en las decisiones sobre el medio ambiente. Sin embargo, ésta es sólo un componente de la demanda que induce la innovación. Es un ingrediente necesario, pero no suficiente para que ocurran las innovaciones en materia ambiental. Así, en tanto la hipótesis de que la internalización del costo ambiental necesariamente incrementa los costos, afecta la productividad e ignora la posibilidad de un aprendizaje, la hipótesis de que la regulación bien formulada genera aprendizaje e innovación tiende a sobre simplificar el problema. Como señala Dalcomuni (1997) finalmente, la innovación ambiental es un caso particular de la innovación. Un elemento crucial en el análisis radica en el grado de desarrollo previo de las capacidades tecnológicas empresariales que dan lugar al aprendizaje y la adquisición de conocimiento.

Este trabajo busca profundizar en la dinámica de las decisiones empresariales en materia ambiental y tiene el objetivo de demostrar que la presencia de innovaciones ambientales depende de un esfuerzo tecnológico decidido de las empresas, que les de las herramientas necesarias para resolver los problemas técnico ambientales. De ahí que en la medida en que las empresas inviertan en acrecentar sus capacidades tecnológicas y las orienten a solucionar sus problemas ambientales, les será posible contrarrestar el gasto ambiental con un ahorro en costo, tal que incluso pueda existir una relación positiva entre la productividad industrial y el gasto en medio ambiente.

El trabajo consta de tres secciones. La primera se refiere a los aspectos conceptuales y metodológicos. La segunda examina el gasto ambiental según las características de los establecimientos y en función de sus capacidades tecnológicas para lo cual recurrimos a un análisis de agrupamientos (*cluster analysis*). El análisis de la relación del gasto ambiental y el desempeño de las empresas se realiza en la sección tercera y la cuarta se dedica a las conclusiones.

1. Aspectos conceptuales y metodológicos

Ciertamente, las investigaciones dirigidas a la innovación ambiental han sido anecdóticas, basadas en estudios de caso, y han sido cuestionadas por ofrecer poca evidencia de esta segmentación o heterogeneidad en el ámbito de la industria. No es posible ni debido generalizar a partir de estos estudios. De ahí la necesidad de presentar resultados sólidos para una muestra de empresas industriales que permita analizar el papel de las capacidades tecnológicas en presencia de innovaciones ambientales favorables a la eficiencia.

Un antecedente necesario para probar esta hipótesis era la medición de las capacidades tecnológicas. En este sentido este trabajo se apoya en dos trabajos previos (Domínguez y Brown, 2004 y Domínguez, 2004) que se abocan a la medición de las capacidades tecnológicas utilizando el análisis factorial utilizando la Encuesta Nacional de Empleo, Salarios, Capacitación y Tecnología de INEGI. El segundo trabajo, en particular, presenta una propuesta para incorporar al concepto genérico de las capacidades tecnológicas, las prácticas de aprendizaje de las empresas industriales en relación a la contaminación y analizar su interrelación con otras actividades de aprendizaje. Al incluir la investigación y desarrollo con fines ambientales junto con las variables de aprendizaje relativas a las capacidades de las funciones técnicas de inversión, producción y enlace el resultado este trabajo identifica cinco factores que expresan las principales fuentes de aprendizaje en la empresa manufacturera: 1)



política de formación de personal, 2) prácticas de innovación en mejora continua, 3) estructuras formales de aprendizaje, 4) sistemas de información y documentación, y 5) inversión en nuevas tecnologías.

La inclusión de la investigación y desarrollo con fines ambientales se expresa en el tercer factor “estructuras formales de aprendizaje” con un alta correlación con la investigación y desarrollo ligada al proceso y al producto. Este factor no estaba presente en el trabajo de Domínguez y Brown (2004) y nos muestra la asociación de la inversión en aprendizaje para solucionar problemas ambientales con el nivel y la orientación de las capacidades tecnológicas en la empresa industrial. En otras palabras, las empresas que realizan ID con fines ambientales son precisamente las que mayores niveles tienen en otras actividades de aprendizaje.

Gracias a esfuerzo de cuantificación, mediante los puntos factoriales, es posible realizar en forma sistemática comparaciones entre grupos de empresas. De esta manera es posible incorporar esta variable tan importante en el proceso de innovación y analizar la asociación entre el gasto ambiental y la productividad industrial. Para realizar lo anterior se recurrió al análisis de agrupamientos (cluster analysis) con el método de K medias que permitió examinar la distribución de la muestra en función de sus capacidades tecnológicas, en particular, aquellas orientadas a la resolución de problemas ambientales y analizar el comportamiento del gasto ambiental en cada grupo.

El análisis de la asociación del gasto ambiental y el desempeño se realizó con dos enfoques. El primero utiliza los clusters identificados y examina el crecimiento de la productividad laboral y factorial y el margen de ganancia. El segundo enfoque es econométrico. El análisis econométrico se realizó con un modelo en forma de panel durante el periodo 1994-2001. La especificación corresponde a una función de producción: $Y = f(K, L, GA, \Omega)$ en donde Φ es continua monótona de grado uno y convexa, lo anterior implica que $f'_K > 0$ y $f''_K < 0$ y $f'_L > 0$ y $f''_L < 0$. Y representa la producción, K es el capital del establecimiento, L el personal ocupado, GA indica el gasto ambiental y hay dos hipótesis al respecto: la neoclásica diría que $f'_{GA} < 0$ y $f''_{GA} > 0$ y la que sostiene la posibilidad de aprendizaje sostiene que $f'_{GA} > 0$ y $f''_{GA} < 0$. Ω es un vector de variables auxiliares cuyo objetivo es capturar las características específicas de las empresas como tamaño, participación de capital extranjero y exportaciones.

Se hicieron tres regresiones. Una para el total de la muestra. Otra para los establecimientos con capacidades tecnológicas altas y otra para aquellos de menores capacidades. El criterio para agrupar a los establecimientos con altas capacidades fue la pertenencia a los tres primeros *clusters* o agrupamientos, mientras que para los de bajas fue la pertenencia a los clusters 4 y 5. A continuación se presenta la distribución del gasto dedicado al medio ambiente en la industria mexicana.

2. Gasto empresarial dedicado al medio ambiente

La información oficial acerca de la inversión orientada al medio ambiente en las empresas industriales se compone del gasto en activos para el control y medición de la contaminación y gasto en ID orientado al control de la contaminación, a diferencia del relacionado con el



proceso productivo.¹ Ambos gastos son captados por la Encuesta Industrial Anual. En esta sección se presentan la distribución del gasto ambiental en función de: a) las características de los establecimientos y b) a la luz de las capacidades tecnológicas empresariales.

a) *la distribución del gasto ambiental según las características de los establecimientos de la muestra.*

El cuadro 1 presenta los acervos brutos de la inversión en activos ambientales por tamaño de empresa para la muestra seleccionada y el gasto en ID con fines ambientales erogado a lo largo del periodo comprendido entre 1993 y 1998. Según la información de la EIA sólo 30% de los establecimientos informa gasto por este concepto en algún año. La distribución de éste en los distintos tipos de empresa sugiere una cierta relación entre este gasto y los programas de modernización de las empresas para enfrentar la competencia internacional debido a que las empresas grandes, exportadoras y con capital extranjero tienen una participación importante.

Cuadro 1

Características del total del gasto (activos ambientales + investigación y desarrollo para controlar la contaminación por tipo de establecimiento entre 1993 y 1998)

Tipo de establecimiento	% de establecimientos que gastan	% del gasto total	Gasto por establecimiento (miles de pesos 1993)	Gasto/ventas (%)	gasto en ID/ en el gasto total (%)	Gasto en ID por establecimiento (miles de pesos 1993)
Nacional	27	68	1225	0.11	39	476
Extranjera	50	32	1849	0.14	42	760
Exportadora	47	78	1684	0.13	39	659
No exportadora	18	22	822	0.11	43	371
Grande	57	92	2512	0.10	36	916
Mediana	39	6	402	0.17	70	283
Pequeña	15	3	114	0.13	67	76
Intensiva en energía	45	36	2136	0.22	35	757
Total de establecimientos	30	100	1376	0.12	40	550

Fuente: Encuesta Industrial Anual, varios años.

La segunda columna muestra la proporción de establecimientos que gastan respecto del total, por tipo de establecimientos. Se aprecia que 57% de las empresas grandes erogan un gasto por este concepto, en tanto que entre las medianas y pequeñas el porcentaje se hace menor (30 y 15). Asimismo, la proporción de las empresas que gastan en abatimiento de la contaminación o su prevención es mayor en las extranjeras que en las nacionales (50 y 27 por ciento) y entre las que exportan frente a las que no lo hacen (47 y 18 por ciento).² La relación del gasto por establecimiento durante los años considerados es mayor en las grandes empresas (2 512 pesos), seguido por las intensivas en energía (2 136 pesos) y las extranjeras (1 849). Las empresas nacionales contribuyen con 68% del total del gasto, pero gastan menos por establecimiento y en proporción a las ventas que las extranjeras. Las exportadoras se distinguen también frente a las no exportadoras.

Por tamaño, las cosas cambian en cuanto al gasto sobre ventas. Contrario a lo esperado, las empresas grandes tienen en promedio 0.1%, en tanto las medianas presentan una relación

¹ Filtros, casas de aire, plantas de tratamiento de agua, zonas para confinamiento temporal de residuos, entre otros.

² Este índice se calculó dividiendo el gasto en combustibles y electricidad entre la producción bruta total.



superior al promedio, con 0.17%, al igual que las pequeñas con 0.14%. El hecho de que los establecimientos intensivos en energía tengan indicadores tan altos puede explicarse porque al ser más vulnerables a accidentes ambientales y más intensivos en contaminación están más sujetos a la vigilancia de las autoridades. La relación promedio del gasto a ventas es de 0.17%. Una pequeña parte del total (19%) de empresas tiene una relación superior a esta cifra. Sólo 47 establecimientos superan un gasto superior al 1% de las ventas.

A diferencia de los activos ambientales, que se consideran tecnología al final del proceso, puede decirse que el gasto en ID al menos en parte se dedica a buscar la solución de problemas técnico-ambientales en la empresa.³ Las empresas en sus departamentos de ingeniería o de ID, o finalmente por medio de consultorías externas, dedican horas de personal muy especializado y recursos a investigar cambios en el proceso y en los insumos, modalidades de recuperación de materias primas a partir de las descargas y otras formas de prevenir, más que de controlar, la contaminación. Una parte considerable del gasto total orientado hacia el medio ambiente (40%) está clasificado en este rubro. El promedio de gasto en ID con este fin a lo largo de los cuatro años fue de 551 000 pesos por establecimiento. A lo largo de los años en estudio, 1 600 establecimientos invirtieron en esta actividad.

Si bien el gasto en ID para el control de la contaminación no tiene que erogarse anualmente⁴, un número pequeño de empresas lo realiza en forma más sistemática: menos de 100 empresas informaron este gasto a lo largo de todos los años. Cerca de 300 lo informaron anualmente a partir de 1996. Las empresas grandes, extranjeras y las intensivas en energía tienen los promedios más altos por establecimiento. Estos indicadores son coherentes con resultados de otras investigaciones sobre el gasto en ID aplicado al proceso productivo (Unger, 1998, 2000; Brown y Domínguez, 1999). Cerca de dos terceras partes de los establecimientos tienen proyectos de ID con fines ambientales y procesos productivos, lo cual también es consistente con el planteamiento de este trabajo referente a la importancia de la ID con fines ambientales como fuente de aprendizaje.

b) La distribución del gasto ambiental a la luz de las capacidades tecnológicas empresariales. Distinguímos los niveles de capacidades tecnológicas empresariales utilizando sus puntos factoriales (Domínguez, 2004) para agrupar los establecimientos. Cada grupo tiene distintas características y niveles de capacidades tecnológicas. El análisis de *clusters* en el cuadro 2 identifica varios patrones distintos de acumulación de capacidades entre los establecimientos de la muestra con base en los cinco factores anteriores. El perfil de los cinco agrupamientos o *clusters* identificados se resume en el cuadro.

³ En la EIA se define como el gasto de inversión en equipo y maquinaria aplicado a este rubro. Éste se estima desde 1994, en tanto los activos para controlar la contaminación se dan a conocer desde 1993. No incluye remuneraciones, lo que en cierto sentido es una subestimación porque los salarios en personal altamente calificado se erogan constantemente, no así el gasto en equipo.

⁴ Ya que como se recordará consiste solo del gasto en equipo



Cuadro 2
*Resultados del análisis de cluster**
Puntos factoriales promedio

<i>Factores/cluster</i>	I	II	III	IV	V
Política de formación de personal	-0.18	-0.17	2.08	-0.2	-0.51
Innovación mediante mejora continua	0.3	0.4	-0.02	-0.28	-0.49
Estructuras formales de aprendizaje	1.16	-0.38	0.04	-0.29	-0.21
Sistemas de información y documentación	0.22	0.27	0.17	0.34	-1.47
Nuevas tecnologías y renovación de equipo	0.28	0.51	-0.1	-0.52	-0.17
Total de establecimientos	379	465	159	248	539

Fuente: estimaciones propias con base en la muestra seleccionada de la ENESTYC.

*Se eliminaron en este análisis 28 establecimientos.

Cada agrupamiento se caracteriza por una combinación y un nivel de capacidades tecnológicas. Los resultados del primer *cluster* se leen en la primera columna. Con 379 establecimientos (21%), cuenta con resultados positivos en cuatro de cinco factores. Se puede considerar un grupo con cambio técnico y organizacional y con aprendizaje ambiental. Tiene los *scores* factoriales más altos en aprendizaje ligado a la ID orientada al proceso productivo y al control de la contaminación y el segundo lugar en nuevas tecnologías y en innovación mediante mejora continua. Los *clusters II* y *III* tienen resultados positivos en tres factores, aunque con diferencias entre ellos. El segundo (cambio técnico y organizacional sin aprendizaje ambiental) con 465 establecimientos (25%), tiene el puntaje más alto en innovación mediante mejora continua y nuevas tecnologías. El tercero posee un promedio muy alto en política de formación de personal; de hecho es el único *cluster* que se destaca por esto y al igual que en el primero hay aprendizaje ambiental, aunque mucho más bajo que en el primero (intensivo en capacitación). El cuarto agrupamiento (atraso tecnológico con documentación) se caracteriza por tener un nivel alto en sistemas de información y documentación, único aspecto en el que tiene puntaje positivo, y el quinto (rezago general) destaca por promedios negativos en todos los factores. En resumen, en términos de una orientación explícita de las capacidades tecnológicas empresariales aplicadas a la resolución de problemas ambientales, sólo el primer *cluster* lo reúne ampliamente y el tercero tiene un mínimo.

En relación con la escasa proporción de los establecimientos con bajas capacidades, si se compara con las decenas de miles de establecimientos industriales micro y pequeños de carácter marginal en la industria mexicana, debe recordarse que este análisis de agrupamientos se realizó para una submuestra de los 8 181 establecimientos de la ENESTYC. Si se consideraran los 8 181 establecimientos, cerca del 70% de los establecimientos cae en los agrupamientos de menores capacidades⁵.

El tamaño promedio de los tres primeros *clusters* es muy similar y mayor que en el resto. Asimismo, las empresas extranjeras tienen una alta participación en el valor bruto de la producción de ellos. En contraste, los *clusters* 4 y 5, con menores capacidades, están

⁵ Véase: Domínguez y Brown (2004).



compuestos por establecimientos de tamaño pequeño, medido por las ventas. Sus exportaciones y participación extranjera constituyen sólo una muy pequeña parte del total. El gasto ambiental por cluster o agrupamiento se presenta en el cuadro 2. El primero participa con el 39% del gasto en ID para el control de la contaminación y 26% de la inversión en activos ambientales. En términos de la primera variable es el que gasta más por establecimiento y en relación con sus ventas (0.29%). La mayor parte de sus empresas (81%) efectúan un gasto en control o prevención de la contaminación. El segundo grupo, en cambio, concentra el 42% del gasto en activos ambientales, con 535 000 pesos⁶ y tiene el mayor gasto promedio por establecimiento en este rubro. La proporción de establecimientos con gasto es menor que en el primer agrupamiento (57%). El tercer grupo es pequeño, pero contribuye con una parte proporcional a su tamaño del gasto y tiene un elevado gasto por establecimiento y la proporción más alta en relación con las ventas. También se aprecia que su gasto tiene el mayor índice de concentración. Los *clusters* IV y V se caracterizan por un menor gasto por establecimiento, así como una proporción menor de empresas con gasto. En resumen, la mayor parte del gasto en medio ambiente, así como el gasto por establecimiento más alto, se eroga entre los tres primeros grupos. La heterogeneidad de las empresas se manifiesta tanto en los niveles de las capacidades tecnológicas como en su inversión para la preservación del medio ambiente.

Cuadro 2

*Gasto orientado a la preservación del medio ambiente y el cumplimiento de la normatividad ambiental en la muestra por grupo de capacidades tecnológicas**

ID	I	II	III	Iv	V	Total
% de establecimientos con gasto	81	57	54	45	48	57
% gasto total	39.41	26	9.93	5.03	19.1	99.47
Gasto / ventas	0.25	0.11	1.12	0.1	0.13	0.04
Gasto / establecimiento	534.968	287.641	321.338	104.315	182.24	287
Activos						
% gasto total	25.74	42.93	14.39	2.32	14.06	99.44
Gasto / Ventas	0.05	0.06	0.08	0.03	0.05	0.05
Gasto/establecimiento	614	835	818	85	236	505

*Miles de pesos 1993=100.

**Cr4= concentración del gasto (% del gasto correspondiente a los cuatro establecimientos con mayor gasto dentro del gasto total).

Fuente: estimaciones propias con base en la muestra de la EIA.

Nuestros resultados sobre la distribución del gasto ambiental en los *clusters* con mayores capacidades tecnológicas, en donde predominan empresas de mediano a grande, son congruentes con diversas investigaciones sobre las características de las empresas con cumplimiento de la normatividad en el caso mexicano (Domínguez, 1999; Mercado, 1999) y que muestran que hay una asociación entre el tamaño de la empresa y el mayor cumplimiento. Lo mismo ocurre con la presencia de un conjunto de prácticas que denotan la presencia de un nivel mayor de cultura industrial. Esta última característica se expresa, según Dasgupta,

⁶ Precios constantes 1993=100.



Hettige y Wheeler (2000), por la significativa presencia de métodos gerenciales formales de gestión ambiental en las empresas (procesos tipo ISO-14000, capacitación ambiental para todo el personal).

Antes de terminar es necesario recalcar que la información es incompleta y no permite captar todas las variables contenidas en las taxonomías en que se basa este trabajo, dentro de la cual una ausencia importante aún se refiere a las capacidades de planeación y diseño de proyectos. Más importante aún, de las capacidades tecnológicas ligadas a la solución de los problemas ambientales, sólo se contó con la ID orientada al control de la contaminación. Tampoco se conoce la magnitud del departamento de ID ni el tipo de tareas que ahí se realizan, lo que puede indicar diferencias entre empresas no percibidas aquí. Podría alegarse que algunas actividades de esfuerzo tecnológico captadas en la ENESTYC tienen aplicabilidad en términos ambientales. Por ejemplo, la documentación de los programas de seguridad son parte frecuente de un sistema de gestión ambiental. Pero no cabe duda que quedan muchas incógnitas: ¿qué porcentaje de la capacitación se dedica a la cuestión del medio ambiente? ¿Tiene la empresa manuales de gestión ambiental? ¿Aplica la empresa el análisis del ciclo de vida? Debe aceptarse que debería haber un menú más amplio de las variables de esfuerzo tecnológico ligadas al encuesta directa a las empresas. En mi opinión, esta sería una recomendación para incluir en esta encuesta oficial preguntas que nos permitieran analizar el esfuerzo tecnológico en materia de prevención y disminución de la contaminación así como el consumo más eficiente de energéticos.

3. Gasto ambiental y desempeño industrial

El análisis del efecto del gasto ambiental sobre el desempeño de las empresas, y en particular sobre la productividad factorial se realizó con dos enfoques. El análisis de agrupamientos por niveles de capacidades tecnológicas permite una primera aproximación a la pregunta crucial sobre la incidencia del gasto en medio ambiente en las medidas de desempeño, en particular las productividades laboral, factorial y el margen bruto de ganancia. El segundo consistió en un análisis econométrico.

a) un enfoque de agrupamientos

Un paso inicial es indagar si el crecimiento promedio de la productividad de las empresas es mayor en los *clusters* con niveles más altos de capacidades tecnológicas, que en los de niveles más bajos. El cuadro 3 muestra los niveles promedio del índice anual de productividad laboral, el margen de ganancia y la tasa de crecimiento promedio anual de productividad total de factores calculada por el índice de *Malmquist* por *cluster*.

**Cuadro 3**

Indicadores promedio de desempeño durante el período 1994-2001 de los establecimientos según gasten o no en id o activos ambientales por cluster

Clusters según sus puntos factoriales	Índice de productividad laboral		Margen bruto de ganancia		Productividad factorial (índice de Malmquist)		% PIB total del cluster
	(1994=100)		(%)		(1994=1)		
Tipo de establecimiento	Con gasto	Todos	Con gasto	Todos	Con Gasto	Todos	Gasto
I.Tecnología evolutiva y organizativa con aprendizaje ambiental alto	130	137	18	17	1.02	1.03	82
II.Tecnología evolutiva y organizativa sin aprendizaje ambiental	129	126	19	17	1.0	1.0	78
III.Intensivo en capacitación con aprendizaje ambiental bajo	123	120	18	15	1.02	1.02	81
IV.Rezago tecnológico con documentación	125	128	15	14	1.01	1.01	53
V.Rezago general	121	118	15	11	.96	.97	57
Promedio	126	125	0.17	0.15	1.01	1.01	

Fuente: estimaciones propias con base en la muestra de la EIA y de la ENESTYC.

La asociación entre las capacidades tecnológicas y la productividad laboral se aprecia sobre todo en las diferencias entre el primer *cluster*, **tecnología evolutiva y organizativa con aprendizaje ambiental alto**, y el resto. Como se recordará, el primer *cluster* se caracteriza por que 80% de sus establecimientos eroga el 40% del gasto total por este concepto y tiene el gasto más alto por establecimiento. Destaca que el descenso de la productividad laboral, tanto en la primera como en la segunda columnas salta del II al IV y luego al III. En el caso de la productividad factorial, las diferencias entre el primero y quinto *cluster* se mantienen y ahora el descenso en el promedio da un salto del *cluster* I y III, con 1.02, al IV que destaca sólo por documentación. Por último, en el caso del margen de ganancia, el *cluster* II, **tecnología evolutiva y organizativa sin aprendizaje ambiental**, tiene un margen bruto promedio un punto mayor que el primero y el tercero, que de todas formas es muy superior al promedio.

La siguiente pregunta es si el crecimiento de la productividad es menor entre las empresas con gasto de abatimiento o prevención de la contaminación que el promedio, como se ha sugerido en la hipótesis de la economía ambiental. Esto no ocurre así, como puede verse en el promedio de los indicadores de desempeño. En el caso de la productividad laboral es un punto mayor entre los establecimientos con gasto y en el caso de la productividad factorial el promedio es el mismo. Entre *clusters* el promedio de los establecimientos con gasto es superior al promedio en casi todos los casos. Una excepción notable ocurre justamente en el primer *cluster* en el rubro de la productividad laboral, en donde el índice de las empresas con gasto es de 130, frente al 137 del promedio, ambos muy superiores al promedio. Con la productividad factorial y el margen bruto de ganancia no se repite.

El análisis de anova reportó que las diferencias observadas entre los establecimientos con gasto y el promedio no son significativas sólo en el caso del margen bruto de ganancia



promedio, en donde encontramos que de hecho son mayores en los primeros establecimientos, como muestra la comparación de la tercera y cuarta columnas del mismo cuadro. En los casos de la productividad laboral y factorial puede decirse que sus índices son estadísticamente iguales. Esto implica que estamos en posición de rechazar la hipótesis neoclásica: no hay un efecto negativo del gasto ambiental en la productividad y, en el caso del margen bruto de ganancia, éste es incluso positivo.

En suma, el análisis de agrupamientos muestra una diferencia respecto a sus indicadores de desempeño entre los *clusters* de niveles altos de capacidades y el resto. También ha permitido mostrar que no hay un efecto negativo del gasto ambiental en los indicadores analizados. Sin embargo, en esta etapa nuestra hipótesis no queda debidamente comprobada. Pasamos ahora al análisis econométrico que nos permitirá demostrar la mediación de las capacidades tecnológicas en una asociación positiva entre el gasto ambiental y la productividad.

b) Análisis econométrico

El análisis econométrico del efecto de la regulación en el comportamiento de la productividad en México enfrenta algunas restricciones. Como hemos visto no se disponen de series largas del gasto ambiental, al contrario que en otros países. Sabemos que esta variable no incluye los gastos salariales y sólo considera el gasto en equipo. A pesar de estas limitaciones, pensamos que un análisis de panel para nuestra muestra de establecimientos dará una primera aproximación al entendimiento de este tema tan debatido.⁷

Para examinar el efecto del gasto ambiental proponemos un modelo basado en una función producción logarítmica. Como se señaló, la hipótesis sobre la posibilidad de un efecto positivo en la productividad generado por la regulación ambiental expresa un proceso paulatino que induce a las empresas a buscar nuevas modalidades de insumos, productos o procesos para cumplir con la regulación y ser competitivos. De ahí que el efecto del gasto en la productividad pueda ocurrir con rezago. Al igual que Lanoie, Patry y Lajeneusse (2001) incluimos dos rezagos. Las variables de control son la presencia de capital extranjero, el tamaño y las exportaciones. Hay abundante evidencia de que estas variables están asociadas con las exportaciones.

La hipótesis en esta estimación es que al distinguir los establecimientos con mayores niveles de capacidades tecnológicas de los de menores niveles, el efecto del gasto ambiental en la productividad industrial será diferenciado. Esperamos un signo positivo para el gasto con rezago en este primer grupo y signos negativos o no significativos en el grupo de establecimientos con bajos niveles de capacidades tecnológicas. El modelo a estimarse es el siguiente:

$$\log Y_{it} = \beta_1 \text{TAMA}_i + \beta_2 \text{EXT}_{it} + \beta_3 \text{EXP}_{it} + \beta_4 \log \text{GA}_{it} + \beta_5 \log \text{GA}_{it-1} + \beta_k \log K_{it} + \beta_l \log L_{it}$$

en donde:

$\log Y_{it}$ = logaritmo del valor agregado de cada observación en el año t

$\log K_{it}$ = logaritmo de los acervos en maquinaria del establecimiento i en el año t.

$\log L_{it}$ = logaritmo del número de empleados y trabajadores del establecimiento i en el año t.

TAMA = variable que identifica tres tamaños de establecimiento según el monto de las ventas.

EXT_{it} = 1 cuando los establecimientos tienen una proporción de capital extranjero mayor a 25%.

⁷ Los detalles de la construcción de variables pueden consultarse en el capítulo metodológico.



$EXP_{it} = 1$ en presencia de exportaciones en el establecimiento i en el año t .

$LogGA_t$ = logaritmo de la suma del gasto del establecimiento i en acervos brutos de activos ambientales para el control de la contaminación y en ID ambiental en el año t .

El análisis se realizó en panel para el periodo comprendido entre 1993 y 2001. Se separaron las muestras entre establecimientos con capacidades tecnológicas altas y bajas. El criterio para dividir la muestra fue la pertenencia a los tres primeros *clusters* o agrupamientos en el caso de capacidades altas de 8 645 observaciones. La segunda, de menores capacidades (establecimientos que se ubican en los *clusters* 4 y 5) cuenta con 6 648 observaciones. El total de la muestra cuenta con 15 295 observaciones. Se realizaron tres estimaciones cuyos resultados se aprecian en el cuadro 5

La estimación con la muestra completa, en la última columna, indica que el crecimiento de la productividad factorial está asociada positivamente con el tamaño, la presencia de empresas que exportan y de empresas extranjeras. El efecto del gasto contemporáneo es negativo, con una elasticidad de -0.01 ; el gasto con un rezago tiene una asociación positiva con la productividad con una elasticidad de 0.019 al igual que la misma variable con dos rezagos, cuya elasticidad es de 0.006 . Al comparar las elasticidades de cada año resulta que el efecto negativo del primer año es superado por el positivo de los dos años anteriores, si bien la elasticidad de conjunto es relativamente baja: 0.007 . Es decir que si se incrementa el gasto ambiental en 10% , la productividad factorial tiene un incremento de 0.06 por ciento.

Cuadro 5

*Efecto del gasto ambiental en la productividad: resultado de las regresiones
(variable dependiente VA)*

VARIABLES	Altas capacidades	Bajas capacidades	Toda la muestra
DTAMA	0.54 (0.00)*	0.57 (0.00)	0.42 (0.00)
DIED	0.33 (0.00)	0.29 (0.00)	0.36 (0.00)
DEXP			0.02 (0.00)
Log GA	.023 (0.00)	-0.001 (0.00)	-0.012
Log GA ₁	0.0082 (0.00)	0.009 (0.00)	0.019 (0.00)
Log GA ₂	0.005 (0.00)	-0.009 (0.00)	0.007 (0.00)
Log capital	0.08 (0.00)	0.08 (0.00)	0.08 (0.00)
Log personal	0.85 (0.00)	0.70 (0.00)	1.5 (0.00)
constante	3.5 (0.00)	4.2 (0.00)	
R ²	0.66	0.50	0.50
	Probabilidades		
Wald Joint	0.00	0.00	0.00
Wald dummy	0.00	0.00	
Arch (1) test	0.317	0.317	0.317
Arch (2) test	0.317	0.317	0.317

*probabilidades

Fuente: estimaciones propias con base en la muestra de la EIA y ENESTYC.



La estimación con la muestra de altas capacidades se aprecia en la primera columna. Las variables de control tamaño y la presencia de participación extranjera en las empresas resultaron significativas con signo positivo como era de esperarse. En relación con la variable analizada se observa que el efecto del gasto ambiental en la productividad es positivo y significativo en los tres periodos. La elasticidad es mayor en el año en curso y disminuye conforme el rezago es mayor. En total el impacto del gasto ambiental medido por la suma de las elasticidades es de 0.036, que significa que un incremento de 10% en el gasto ambiental genera un incremento en la productividad factorial de 0.36 por ciento.

Por último, en la estimación de los establecimientos de bajas capacidades resultaron significativas las mismas variables de control. En contraste, el resultado de nuestra variable gasto es distinto. El gasto del año en curso apareció asociado significativa y negativamente con la productividad, con una elasticidad de -0.01 . El gasto con un rezago tiene una asociación positiva con una elasticidad de 0.009, pero el gasto con dos rezagos observa una asociación negativa con la misma magnitud. Así que considerado el efecto del gasto en su conjunto tiene una asociación negativa con la productividad factorial de -0.01 .

En pocas palabras, al separar la muestra, atendiendo a su nivel de capacidades tecnológicas, fue posible comprobar que el efecto del gasto ambiental en la productividad factorial es distinto en cada una. En la muestra con un nivel promedio alto las empresas registran un incremento de la productividad factorial, a pesar de que se incrementa el gasto ambiental, tal como señala la hipótesis de Porter. En contraste, la muestra con un nivel bajo de capacidades sufre una caída en la productividad factorial cuando incrementa el gasto, como sugeriría la hipótesis de la economía ambiental.

4. Conclusiones

Este trabajo abocado a demostrar el papel que cumple el esfuerzo tecnológico decidido de las empresas, para resolver los problemas técnico ambientales con la posibilidad de obtener un ahorro en costo. En otras palabras, en la medida en que las empresas inviertan en acrecentar sus capacidades tecnológicas y las orienten a solucionar sus problemas ambientales, les será posible contrarrestar el gasto ambiental con un ahorro en costo, tal que incluso pueda existir una relación positiva entre la productividad industrial y el gasto en medio ambiente.

Se identificaron cinco agrupamientos o *clusters* de empresas en función de sus índices factoriales de capacidades, cada uno con características muy definidas en términos de su composición y desempeño económico y ambiental. El primero que se identificó como *intensivo en tecnología evolutiva y organizativa y aprendizaje ambiental*, eroga un alto porcentaje del gasto ambiental, especialmente el de ID. El segundo, *intensivo en tecnología evolutiva y organizativa pasivo en aprendizaje ambiental*, tiene una mayor participación en el gasto en activos ambientales que en ID para el control de la contaminación, la cual además está muy concentrada en sólo cuatro establecimientos. El tercero, *intensivo en capacitación con aprendizaje ambiental bajo*, está constituido por relativamente pocas empresas, por lo que su participación en el valor bruto de la producción y en el gasto ambiental es baja. El cuarto grupo, *atraso tecnológico con documentación*, sólo tiene rutinas de documentación y planeación. El quinto agrupamiento, *rezago general*, presenta niveles negativos en todo, o sea,



es el más atrasado. En tanto los dos primeros agrupamientos tienen empresas de tamaño medio a grande, exportadoras y con una presencia relativamente alta de capital extranjero, los dos últimos *clusters* están constituidos por empresas de tamaño pequeño a mediano, con menor presencia de inversión extranjera y participación en las exportaciones totales. Su participación en el gasto ambiental es la más baja.

Estos cinco *clusters* mostraron indicadores de desempeño acordes con los niveles estimados por el análisis factorial. En el caso de la productividad laboral se aprecia sobre todo en las diferencias entre el primer *cluster*, *tecnología innovativa y organizativa con aprendizaje ambiental alto* y el resto. En la productividad factorial, la mayor diferencia se da entre el primero y el quinto *clusters*, *rezago general*, pero en los intermedios los indicadores no muestran una asociación clara. Por último, en el caso del margen de ganancia, los primeros tres *clusters* tienen un margen bruto promedio más alto.

En todos los casos el promedio de las variables de desempeño en los establecimientos con gasto es mayor o igual que la muestra en su conjunto. Las diferencias entre *clusters* con gasto y sin él sólo fueron significativas con el margen de ganancia. En productividad laboral y factorial nuestros resultados no muestran diferencias significativas entre *clusters* o agrupamientos, pero en cualquier caso no son menores como afirmarían los proponentes de la hipótesis de un efecto negativo del gasto en la productividad industrial.

Los resultados econométricos mostraron una clara diferenciación en los parámetros estimados para las variables del gasto contemporáneo y rezagado en las tres estimaciones. Los resultados de la estimación con toda la muestra indican que el efecto del gasto contemporáneo es negativo en tanto que el gasto con uno y dos rezagos tiene una asociación positiva con la productividad con una elasticidad. Al comparar las elasticidades de cada año resulta que el efecto negativo del primer año es superado por el positivo de los dos años anteriores, si bien la elasticidad de conjunto es relativamente baja.

En la segunda estimación, que utiliza la muestra de establecimientos con altas capacidades, el efecto del gasto ambiental en la productividad es positivo y significativo en los tres periodos. La elasticidad es mayor en el año en curso y disminuye conforme el rezago es mayor. En contraste, los resultados de la variable gasto son distintos en la estimación con la muestra de establecimientos de bajas capacidades. En tanto el gasto ambiental del año en curso resultó asociado significativa y negativamente con la productividad, el gasto con un rezago presentó una asociación positiva con una elasticidad muy pequeña y el gasto con dos rezagos observó una asociación negativa con la misma magnitud. Así que considerado el efecto del gasto en su conjunto tiene una asociación negativa con la productividad factorial.

En síntesis, el análisis econométrico muestra claramente que el efecto del gasto ambiental en la productividad factorial es distinto en las empresas, dependiendo de sus capacidades tecnológicas. En la muestra con un nivel promedio alto de capacidades tecnológicas, las empresas muestran un incremento de la productividad factorial, a pesar de que se incrementa el gasto ambiental, como señala la hipótesis de Porter. En contraste, la muestra con un nivel bajo de capacidades sufre una caída en la productividad factorial cuando incrementa el gasto, como sugeriría la hipótesis de la economía ambiental.



Podría entonces concluirse que la profundización del proceso de modernización de la empresa mexicana y su difusión en la industria puede tener una influencia positiva en la sustentabilidad ambiental del crecimiento. Pero hasta ahora el patrón de desarrollo no ha generado las condiciones para que las empresas micro y pequeñas empresas den ese salto. Se aprecia en el campo de la innovación ambiental la dualidad existente en el proceso de modernización señalada por distintos analistas y revelada en el análisis de agrupamientos. Pero de igual manera el problema está lejos de ser resuelto por el lado de las grandes empresas. En nuestra opinión, buena parte de las innovaciones ambientales examinadas puede agotarse en un plazo relativamente corto si estas empresas no adoptan un enfoque más agresivo de desarrollo tecnológico, haciendo expreso el objetivo de desarrollo de tecnologías limpias. La evidencia no indica que esto sea una realidad entre las empresas manufactureras mexicanas, salvo algunas excepciones. Por el contrario, los sistemas de ID para generar tecnología y con visión de largo plazo han tendido a desmantelarse o a orientarse hacia las innovaciones ligadas a la producción exportadora.

Sin duda, el insuficiente desarrollo de las capacidades tecnológicas de la industria mexicana es un obstáculo que no podrá sortearse en el corto plazo mediante las presiones de mercado. En nuestra opinión, no se ha considerado que hay una amplia área de coincidencia entre la política de desarrollo tecnológico y una política ambiental dirigida a las empresas pequeñas y medianas que atienda esta dualidad tecnológica y que promueva la generación de tecnologías limpias que permitan continuar a las grandes empresas con su proceso de innovación ambiental. Estas políticas deben enfocarse a apoyar a las empresas a sortear las barreras a la innovación.

Antes de terminar es necesario recordar que la información es incompleta y no permite captar todas las variables contenidas en las taxonomías en que se basa este trabajo. Una ausencia importante se refiere a las capacidades de planeación y diseño de proyectos. Tampoco se conoce la magnitud del departamento de ID ni el tipo de tareas que ahí se realizan, lo que puede indicar diferencias entre empresas no percibidas aquí. En nuestra opinión, este problema no afecta las conclusiones del trabajo: los resultados de la medición de las capacidades pretenden dar órdenes de comparación, reflejar tendencias y patrones de comportamiento.

En materia de las capacidades ligadas al medio ambiente, sólo se contó con una variable, el gasto en ID orientada al control de la contaminación. Ese gasto además, no incluye las remuneraciones del personal ocupado en ese departamento. De ahí que sea posible que haya empresas que sí erogaron algún gasto por personal, y no en activos que en nuestra muestra no están presentes. En parte puede afirmarse que algunas actividades de esfuerzo tecnológico captadas en la ENESTYC tienen aplicabilidad en términos ambientales. Por ejemplo, la documentación de los programas de seguridad son parte frecuente de un sistema de gestión ambiental. Pero no cabe duda que quedan muchas incógnitas en el análisis de las capacidades ligadas a la solución de problemas ambientales en la muestra: ¿qué porcentaje de la capacitación se dedica a la cuestión del medio ambiente? ¿Tiene la empresa manuales de gestión ambiental? ¿Aplica la empresa el análisis del ciclo de vida? Más aún, en qué consiste la ID para el control de la contaminación en la empresa. Debe aceptarse que un menú más



amplio de las variables de esfuerzo tecnológico ligadas al desarrollo de tecnologías limpias que no están presentes permitiría un análisis más fino del proceso de aprendizaje.

Por otra parte, el trabajo enfrenta los límites propios de la taxonomía de capacidades tecnológicas, en la medida que es una representación estática de éstas y no señala las trayectorias de acumulación de estas capacidades. Por último, nuestros resultados son muy agregados y necesariamente opacan las diferencias de tipo sectorial o por tamaño de empresas.

De acuerdo con esto hay varias líneas de investigación a futuro. Un camino posible es la elaboración de estudios de caso con un enfoque histórico que analicen en detalle el esfuerzo tecnológico para solucionar los problemas ambientales y permitan entender las rutas de acumulación de capacidades en esta materia que han permitido avanzar en la innovación ambiental y los obstáculos que han enfrentado las empresas innovadoras. Una segunda avenida es profundizar el análisis estadístico con distinciones por sectores y tipos de empresas, en particular empresas nacionales versus extranjeras, grandes versus medianas y pequeñas. Por último es necesario examinar los posibles instrumentos económicos que puedan alentar la innovación ambiental entre las pequeñas y medianas empresas.

Bibliografía

- Barbera, A. y V. Mc Connell, "Effects of Pollution Control on Industry Productivity: A Factor Demand Approach", *Journal of Industrial Economics*, vol. 35, núm. 2, 1986.
- Brown, F. y L. Domínguez, "Las decisiones de ID en una economía semiindustrializada", *Comercio Exterior*, diciembre de 1999.
- Cairncross, F., *Costing the Earth: The Challenge for Governments, the Opportunities for Business*, Harvard Business School Press Boston, 1990.
- Conrad, K., y C. Morrison, "The impact of Pollution Abatement Investment on Productivity Change: An Empirical Comparison of the U.S., Germany, and Canada", *Southern Economic Journal*, vol. 55, enero de 1989.
- Cropper, M. L. y W. E. Oates, "Environmental Economics: A Survey" *Journal of Economic Literature*, vol. 30, 1992.
- Dalcomuni, S., "Industrial Innovation and Environment in the Pulp Export Industry in Brasil", *LASA, XXI International Congress*, Chicago, 1998.
- _____, *S. phd thesis*, SPRU, Sussex, 1997.
- Dasgupta, S., Hettige y Wheeler, "What Improves Environmental Compliance?", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 39, 2000.
- Denison, E., *Accounting for Slower Economic Growth: The U.S. in the 1970's*, The Brookings Institution, Washington, 1979.
- Domínguez, L., "Comportamiento empresarial favorable al medio ambiente: el caso de la industria manufacturera de ZMCM", en Mercado, A. (comp.), *Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al ambiente en México*, FCE - El Colegio de México, 1999.
- Domínguez, L., y F. Brown, "Capacidades tecnológicas: Propuesta de medición y agrupamientos para la industria mexicana", *Revista de la CEPAL*, núm. 83, Agosto 2004.
- Domínguez, L. *Cambio estructural e innovación ambiental en la industria mexicana*, México, Tesis de doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana, 2005
- Gray, W. y R. Shadbegian, "Environmental regulation and manufacturing productivity at the plant level", en *Working Paper núm. 4321*, NBER, Cambridge, Massachusetts, 1993.
- _____, "Environmental Regulation, Investment Timing and Technology Choice", *The Journal of Industrial Economics*, vol. XLVI, núm. 2, junio de 1998.



- INEGI, *Encuesta industrial anual*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información, Aguascalientes, 1994-2001.
- INEGI, *Encuesta nacional de empleo, salarios, tecnología y capacitación*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información, Aguascalientes, 1999.
- Jaffe, A., S, Peterson, P. Portney y R. Stavins, "Environmental Regulation and the Competitiveness of Manufacturing: what does the Evidence tell Us?", *Journal of Economic Literature*, XXXIII, March, 1995.
- Jorgenson, Dale W., and Peter J. Wilcoxon, "Environmental Regulation and U.S.. Economic Growth", *RAND Journal of Economics*, vol. 21, summer, 1990.
- Lanoie, P., Michel P. y R. Lajeunesse, "Environmental Regulation and Productivity: New Findings on the Porter analysis", en *Scientific Series*, CIRANO, Montreal, septiembre de 2001.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and Behrens, W.W. III, *The Limits to Growth*. Pan. London, 1973..
- Montalvo, C., *Environmental Policy and Technological Innovation*, Cheltenham, Edward Elgar, 2002.
- Nordhaus, W., "Reflexions on the Concept of Sustainable Development", en Pasinetti L. y R. Solow, *Economic Growth and the Structure of Long- Term Development*, St Martin's Press in Association with the IEA, New York, 1994.
- Norseworthy, J.R., Harper, M. y K. Kunze, "The slowdown of Productivity Growth: an Analysis of Some Contributing Factors" *Brooking Papers of Economic Activity*, 2, 1979.
- Palmer, K. et al., "Tightening environmental standards: the benefit-cost or the no-cost paradigm?", en *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, núm. 4, Estados Unidos, 1997.
- Porter, M., "America's Green Strategy", *Scientific American*, Vol. 264, 168, 1991
- Porter, M. y C. Van Der Linde, "Toward a New Conception of the Environment - Competitiveness Relationship", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, núm. 1, 1995.
- _____, "Green and competitive: ending the stalemate", *Harvard Business Review*, septiembre-octubre de 1995.
- Repetto, R. "Environmental productivity and why it is so important", *Challenge*, 1990, vol.33, núm 5, 1990.
- Repetto R., Roothman, Faeth y Austin, "Has environmental protection really reduced productivity growth?", *Challenge*, vol. 40, núm. 1, 1997.
- Schilderinc, J., *Factor Analysis Applied to Developed and Developing countries*, Rotterdam University Press, The Netherlands, 1970.
- Smart, B., *Beyond Compliance: a New Industry View of the Environment*, World Resources Institute, Washington D. C. 1992.
- Tabachnick, B. y L. Fidell, *Using Multivariate Statistics*, Allyn and Bacon, Boston, 2001.
- Unger, K., "La globalización del SIN: empresas extranjeras y tecnología importada", *El Mercado de Valores*, México, Nacional Financiera, año LX, febrero de 2000.