

TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE. EL CASO ANDALUZ

David Armengol Butrón de M.
Andrés M. Vázquez Duarte

1. INTRODUCCION

Andalucía se encuentra, actualmente, en uno de esos momentos históricos en que, por diversas razones, la atención externa sobre esta región es relativamente importante, si se compara con otros períodos. La celebración de la Exposición Universal de 1992 en Sevilla, la "atracción" del Sur, así como otros factores políticos, sociales, económicos y culturales han contribuido de manera decisiva a que numerosos ríos de tinta corran sobre cuál es la mejor manera de introducir a Andalucía en la "adecuada senda del desarrollo económico". *Andalucía está de moda* es una de las misivas que más viene repitiéndose en los últimos años, desde los diferentes ámbitos políticos y sociales.

Desde el punto de vista de la literatura económica sobre esta región, seguramente éste sea el momento en que con mayor abundancia estén apareciendo notas y referencias bibliográficas y/o celebrándose jornadas, seminarios o simposium que tratan de ofrecer soluciones (algunas de ellas, presentadas como mágicas) para mejorar la economía andaluza.

Por otro lado, si hiciéramos un recuento del conjunto de noticias, artículos de prensa y/o científicos, publicaciones, etc, que tengan que ver con las cuestiones de carácter económico, probablemente nos encontraríamos con que dos son hoy los grandes temas que más preocupan a todos aquellos que, de una ma-

nera u otra, se encuentran relacionados con el mundo de la economía regional; esos dos temas son, sin ninguna duda, las Nuevas Tecnologías y el Medio Ambiente y sus respectivas relaciones con las actividades socioproductivas.

Ambos se han convertido en el centro de todas las miradas, tanto de investigadores, universitarios o no, como de técnicos de la Administración Pública, en los debates que, sobre el desarrollo económico de Andalucía, vienen produciéndose en los últimos años.

Diversas razones explican dicho fenómeno.

- En el caso de las Nuevas Tecnologías porque, a raíz de diversos trabajos de investigación (entre los cuales, sin duda, el más importante es el "Proyecto de Investigación de Nuevas Tecnologías en Andalucía" -PINTA-), parece haberse llegado a la conclusión de que el desarrollo económico de Andalucía y su acercamiento a los niveles de desarrollo de otras áreas más avanzadas sólo sería posible de la mano de la fabricación y, sobre todo, aplicación de nuevas tecnologías en el tejido productivo regional.

Así, por ejemplo, Castells señala que "las nuevas tecnologías son un elemento indispensable para la reestructuración económica de Andalucía hacia un nuevo modelo de desarrollo capaz de competir en el seno de la Europa del 92"¹.

En tal sentido, para este mismo autor, lo realmente importante no es "especializarse en sectores de alta tecnología, sino que hay que tecnologizar todos los sectores de la economía andaluza"².

Siguiendo una misma línea argumental, Román advierte que "el énfasis no ha de ponerse en producir alta tecnología, sino en producir *con* alta tecnología"³.

Y todo ello es así porque, en palabras de José Luis Curbelo, "la idea de convertir a las regiones periféricas en centros productores de alta tecnología es sólo una ilusión", si bien señala la necesidad de introducir la misma en el proceso de producción de dichas áreas⁴.

1. CASTELLS, Manuel: "Nuevas Tecnologías y Desarrollo Regional", en "Política Regional en la Europa de los años 90". Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid. 1990. (Pág. 52).

2. CASTELLS, Manuel: Entrevista a "Andalucía Económica", n.º 15. Sevilla. 1991. (Pág. 38).

3. ROMAN DEL RIO, Carlos: "Sobre el desarrollo económico de Andalucía". Arguval. Málaga. 1987. (Pág. 105). (El subrayado es nuestro).

4. CURBELO, José Luis: "Andalucía crecimiento y equidad". Instituto de Desarrollo Regional. Sevilla 1990. (Pág. 62 n.).

- El segundo (aunque no por ello menos importante) tema "estrella" del que vienen ocupándose los economistas en los últimos años es el del Medio Ambiente y los efectos que sobre el mismo tienen las diferentes actividades socioeconómicas.

La tradicional consideración de los recursos naturales como "bienes libres" no sujetos, por tanto, a las reglas del mercado (y carentes, en consecuencia, de un "precio") ha dado lugar a la aparición de graves problemas medioambientales que se han traducido no sólo en un progresivo agotamiento de ciertos recursos, indispensables para la vida en este planeta, sino también en un continuo deterioro en la calidad de vida de los ciudadanos.

Como puso de manifiesto Mishan hace ya algunos años, la obsesión por el crecimiento económico en los países desarrollados ha dado lugar a la aparición primero, y agravamiento después, de unos problemas cuya medición no se contempla en los tradicionales indicadores de bienestar, que se encuentran más al uso⁵. Tales problemas, manifestados en hechos palpables como la congestión de las grandes ciudades, la contaminación de la atmósfera y de los recursos hídricos, el deterioro de las costas, etc... han abierto un amplio y rico debate sobre la idoneidad de aplicar unos u otros modelos de crecimiento económico y sobre la posibilidad o no de compatibilización de una mejora del medio ambiente con un mayor desarrollo socioeconómico.

Como señala Delgado, en este sistema económico, en que se desenvuelven las actividades socioproductivas, "las funciones de producción, definidas en gran medida desde los grupos sociales que controlan el proceso de acumulación, se plantean objetivos que conllevan el uso intensivo de recursos naturales a corto plazo, con la consiguiente disminución de la eficiencia productiva del ecosistema y un incremento de la entropía, que puede poner en peligro la propia continuidad del proceso productivo"⁶.

En el caso de Andalucía, que históricamente ha venido siendo elogiada por su gran riqueza en recursos

naturales, el debate descrito se plantea con especial significación, dado que en esta tierra conviven un bajo desarrollo socioeconómico y un importante patrimonio natural.

Esta contradicción entre la riqueza natural y la pobreza de la población andaluza es suficiente caldo de cultivo para enmarcar una polémica que, en la actualidad, se sitúa entre los principales temas de discusión en nuestra comunidad autónoma⁷; una polémica que trata de descifrar las posibilidades de Andalucía de alcanzar un desarrollo económico que sea respetuoso con el medio ambiente en que se desenvuelve. En definitiva, se trataría de encontrar la estrategia de *desarrollo sostenible* que permitiera una adecuada conservación del medio natural andaluz, sin que se hipoteque el futuro de los ciudadanos andaluces.

2. LAS IMPLICACIONES MEDIO-AMBIENTALES DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

En este epígrafe, vamos a tratar de analizar la relación entre las Nuevas Tecnologías y el Medio Ambiente desde una doble perspectiva que, aunque diferenciada, tiene, sin duda, importantes elementos de conexión.

- Un primer punto de vista va a tener por objeto tratar de examinar las repercusiones que, sobre el medio ambiente andaluz, puede tener la aplicación de un determinado modelo de desarrollo tecnológico, procurando destacar las principales características que, a nuestro juicio, habría de tener el mismo para ser respetuoso con aquél.

- La segunda perspectiva desde la que nos vamos a acercar a las interrelaciones Tecnología-Medio Ambiente es la que hace referencia al efecto de la aplicación de procesos tecnológicos avanzados en aras de la corrección y/o prevención de los principales déficits medioambientales de Andalucía, así como en pos de una mejor gestión de los recursos naturales de nuestra región.

5. "Los índices de desarrollo económico pueden medir, de una manera aproximada, el incremento en la potencia productiva bruta de un país. Pero en tales índices no se tienen en cuenta, en absoluto, los *bienes negativos* que también se incrementan; o sea, no se tienen en cuenta los efectos negativos en el país". E. J. Mishan: "Los costes del desarrollo económico". Orbis. Barcelona. 1983. (Pág. 43).

6. DELGADO CABEZA, Manuel y MORILLAS RAYA, Antonio: "Metodología para la incorporación del medio ambiente en la planificación económica". Agencia de Medio Ambiente. Sevilla. 1991. (Pág. 11).

7. Como caso particular de dicha polémica baste recordar el caso de la construcción de urbanizaciones turísticas en el litoral y, en particular, las que se pretende situar en las proximidades del Parque Nacional de Doñana.

2.1. La incidencia del modelo de desarrollo tecnológico

La concepción tradicional del papel de la Tecnología en el Desarrollo Económico responde a una visión de *lo económico* según la cual el Progreso social se produce cuando tiene lugar un crecimiento en una serie de indicadores, de carácter cuantitativo, que recogen variables (tales como la producción, el consumo, la inversión, ...) universalmente aceptadas, tanto por la comunidad científica, en general, como por los responsables de llevar a la práctica la Política Económica.

No es difícil, por ello, advertir con frecuencia que los diferentes manuales de Economía al uso, así como documentos donde se encuentran las estrategias de desarrollo, ya sean nacionales o regionales, contengan incesantes alusiones a la necesidad de apoyarse en la tecnología para alcanzar los objetivos de competitividad, mejora de la eficiencia productiva, en definitiva, de crecimiento económico⁸.

Esta fe depositada en los últimos tiempos en el desarrollo tecnológico como motor del progreso económico se vio acrecentada como consecuencia del surgimiento de los llamados "dragones orientales" (Corea, Japón, Taiwan), países que han basado su desarrollo en la aplicación y fabricación de nuevas tecnologías.

Sin embargo, la tecnología no puede ser entendida como un todo homogéneo; son diversas las concepciones posibles del desarrollo tecnológico, como lo son también las del concepto de *lo económico*. Porque, después de todo, "... la tecnología es un producto social que surge y se desarrolla en el seno de determinadas condiciones socioeconómicas y culturales..."⁹.

Como consecuencia de ello y de los patrones que imperan en la sociedad, el desarrollo tecnológico vigente ha supuesto un control y transformación del medio físico, generalizándose la idea de que los avan-

ces en ese sentido permitirían lograr la existencia ilimitada de los recursos. En palabras de Naredo: "Los cambios tecnológicos que se generalizaron después de la II Guerra Mundial contribuyeron a alentar la fe en la omnipotencia de la tecnología para resolver cualquier problema de abastecimiento de materias primas y dar visos de realidad a la quimera de la *sustitución sin fin*, alejando toda preocupación por el agotamiento de los recursos no renovables"¹⁰.

La experiencia de los últimos decenios ha demostrado que esa fe ciega en las posibilidades tecnológicas no se encontraba suficientemente justificada, al menos en cuanto se refiere a la consideración ilimitada de los recursos naturales.

Más aún, la relativa "abundancia" de éstos en los países subdesarrollados abrió las ansias esquiladoras de los países centrales aplicando las tecnologías más avanzadas para poder llevar a cabo una explotación más intensiva de tales recursos. La constatación fehaciente de los límites que presenta ese modo de entender las relaciones sociedad-naturaleza obliga a una reconsideración del papel que ha de jugar la tecnología en todo este proceso, así como de las características que debe reunir, de tal manera que "las diferentes formas en el trato con la naturaleza no se contemplen como una mera elección entre tecnologías alternativas, prescindiendo de la trama social" que las sustenta¹¹.

El mundo moderno, tal como hoy está concebido, "ha sido modelado por la tecnología", de tal manera que, como señala Schumacher, las causas de la crisis de valores que afecta a la sociedad actual, así como las notables contradicciones que caracterizan el modo de producción imperante, bien podrían buscarse en la propia concepción tecnológica dominante. "Si aquello que ha sido modelado por la tecnología y continúa siéndolo parece enfermo, podría ser una sabia medida el observar por un momento a la tecnología misma"¹².

No se trata, por tanto, de asumir y aplicar cual-

8. En este sentido, el Plan Andaluz de Desarrollo Económico 1991-94, recientemente publicado por la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía, señala: "La importancia de incorporarse al cambio tecnológico es de tal trascendencia que cualquier retraso en ese proceso puede paralizar los proyectos de desarrollo económico". Consejería de Economía y Hacienda: "PADE 1991-94". Sevilla. 1991. (Pág. 178).

Otros documentos tales como el "Plan de Desarrollo Regional de España 1989-93" (Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid, 1989) o el "Proyecto de Investigación de Nuevas Tecnologías en Andalucía" (promovido por el Instituto de Fomento de Andalucía y la Sociedad Estatal EXPO'92. Sevilla, 1990) insisten en considerar a las nuevas tecnologías como factor decisivo en el desarrollo económico regional.

9. DELGADO CABEZA, Manuel y MORILLAS RAYA, Antonio: obra citada. (Pág. 33).

10. NAREDO, José Manuel: "La Economía en evolución". Siglo XXI. Madrid. 1987.

11. DELGADO CABEZA, Manuel y MORILLAS RAYA, Antonio: obra citada. (Pág. 7).

12. SCHUMACHER, E. F.: "Lo pequeño es hermoso". Orbis. Barcelona. 1983. (Pág. 153).

Cuadro 1

VAB/EMPLEO
(ptas corrientes de 1987)

	ANDALUCIA (1)	ESPAÑA (2)	I _c (1)/(2)
Agricultura	1.369.609	1.029.124	133,08
Pesca Marítima	2.193.875	2.015.088	108,87
Productos Energéticos y Agua	9.790.402	9.591.446	102,07
Minerales y Metales	3.609.330	4.045.243	89,22
Minerales Prod. no Metálicos	3.047.995	3.189.303	95,57
Productos Químicos	4.673.413	3.901.644	119,78
Productos Metálicos y Maquinaria	2.725.511	2.910.207	93,65
Material de Transporte	1.654.034	3.341.401	49,50
Alimentación, Bebidas y Tabaco	3.164.451	3.178.458	99,56
Textil, Cuero y Calzado	1.789.511	2.137.795	83,71
Papel, Art. de Papel e Impresión	3.185.838	3.042.750	104,70
Madera, Corcho y Muebles de Madera	1.725.697	1.795.187	96,13
Caucho, Plástico y Otras Manufacturas	2.492.973	3.447.431	72,31
Construcción e Ingeniería	2.228.795	2.348.078	94,92
Recuperación y Reparaciones	4.111.192	4.463.690	92,10
Servicios Comerciales	2.329.247	2.565.801	90,78
Hostelería y Restauración	2.918.241	3.160.550	92,33
Transportes y Comunicaciones	3.488.605	3.764.093	92,68
Crédito y Seguros	6.635.535	7.301.933	90,87
Alquiler de Inmuebles	221.260.340	195.705.080	113,06
Enseñanza y Sanidad Privadas	3.002.884	3.295.575	91,11
Otros Servicios para Venta	3.254.239	3.541.306	91,89
Servicio Doméstico	692.154	802.806	86,22
Servicios Públicos	2.296.139	2.362.475	97,19
Total	2.606.586	2.904.711	89,74

Fuente: Renta Nacional y su distribución provincial 1987. BBV. 1990.

quier modelo tecnológico, sin tener en cuenta las condiciones de partida, así como las características sociales, económicas, culturales y ecológicas del entorno en que van a ser introducidas, pues un tratamiento indiscriminado en ese sentido puede tener repercusiones fatales, cuando no irreversibles, a medio y largo plazo.

Diferentes experiencias internacionales, aunque también regionales, han demostrado que la aplicación de modelos *universales* de desarrollo económico no sólo no es posible técnicamente, pues no todas las condiciones de partida son coincidentes ni la economía es una ciencia exacta, sino que además ha resultado enormemente gravoso, en términos sociales.

Las políticas de desarrollo no son, en absoluto, neutras en el sentido de permanecer indiferentes al entramado social en que se aplican. Una política de desarrollo sólo puede tener efectos positivos cuando es compatible, desde el punto de vista *social*, con el entorno en que es puesta en práctica, entendiendo ese aspecto *social* como un todo que englobaría tanto la propia estructura de la sociedad (con los valores que la conforman) como lo cultural o lo estrictamente medioambiental.

Es por ello por lo que, cuando se ha pretendido exportar modelos de desarrollo de unas áreas geográficas a otras, prescindiendo de todas esas consideraciones y, más aún, tratando incluso de modificarlas,

las consecuencias finales del proceso han sido más negativas de las inicialmente previstas.

De igual modo, el que un determinado modelo de desarrollo tecnológico haya "triunfado" en una zona concreta no significa, en absoluto, que pueda ser exportable a cualquier otra zona y mucho menos garantiza que también allí tal aplicación signifique un "triumfo" de las mismas características. Más al contrario, puede ocurrir que, so pretexto de "no perder el tren de las Nuevas Tecnologías", una elección errónea en el modelo tecnológico aplicado dé lugar a un proceso de deterioro ambiental cuyos efectos sean percibidos sólo en su totalidad por las generaciones futuras.

Uno de los objetivos básicos de la Tecnología consiste en conseguir un incremento de la competitividad de la economía, hecho que ha de pasar necesariamente por aumentos de la productividad, tanto a nivel macroeconómico como microeconómico.

La Historia económica de Andalucía muestra cómo, a pesar de haberse conseguido esos logros en algunos sectores económicos, basados en aumentos de la productividad apreciables, los costes sociales y ambientales ocasionados a la par que aquellos beneficios no sólo han puesto en duda la eficacia de la aplicación de esas tecnologías, sino que incluso han puesto de manifiesto que la búsqueda del máximo beneficio a corto plazo ponía en peligro la propia supervivencia, a medio y largo plazo, de esos sectores económicos, mientras era incapaz de asegurar una rentabilidad social suficiente (en términos de empleo, por ejemplo).

Como muestra el cuadro anterior, seis son los sectores económicos cuya productividad es mayor en

Andalucía que en el resto de España y que, por lo tanto, parecen estar en buena disposición de ser competitivos, al menos en el mercado nacional; tales sectores son, por orden de importancia: agricultura, productos químicos, alquiler de inmuebles, pesca, papel y derivados y productos energéticos y agua. Muy cerca de ellos, se encuentra el sector agroalimentario, cuya productividad aparente se encuentra en los mismos niveles que a nivel nacional y muy por encima de la productividad media de la economía andaluza.

Si se hace un breve repaso de los principales problemas medioambientales de Andalucía y la relación que guardan los mismos con las actividades socioproductivas de la región, lo que viene analizándose en los últimos años en los Informes de Medio Ambiente que publica la Agencia de Medio Ambiente de la junta de Andalucía, puede observarse que los principales estrangulamientos que padece la región, desde el punto de vista medioambiental, tienen mucho que ver con esos mismos sectores que se han mostrado más competitivos.

Así, la contaminación hídrica que soporta buen parte de la cuenca del Guadalquivir es ocasionada, fundamentalmente, por la industria agroalimentaria situada a lo largo del río; los principales problemas de contaminación atmosférica se sitúan en las provincias de Huelva y Cádiz y están originados tanto por la industria química básica como por las papeleras y petroquímicas situadas en el Polo de Huelva y en las Bahías de Cádiz y Algeciras; los graves problemas de sobreexplotación y contaminación de los acuíferos subterráneos de Campo de Dalías, Rota-Chipiona, Almonte-Marismas o Cartaya-Lepe son provocados por la expansión de los cultivos extratemperanos y de primor; una agricultura que se ha venido caracteri-

Cuadro 2
REMUNERACION SALARIAL/EMPLEO (Ptas. corrientes)

	ANDALUCIA (1)	ESPAÑA (2)	(1)/(2), en %
Agricultura	524.653	586.645	89,4
Pesca	1.852.907	1.925.165	96,3
Productos Químicos	2.363.189	2.465.000	95,8
Papel, Prensa	2.119.813	2.224.000	95,3
Productos Alimenticios	1.697.754	1.801.000	94,2
Energía y Agua	2.777.554	2.950.000	94,2

Fuente: BBV, obra citada.

zando por su gran competitividad, no sólo a nivel nacional, sino también a nivel internacional¹³.

Pero si ya es dudosa la eficacia medioambiental de estos sectores, tan "productivos" desde el punto de vista económico, no menos ineficaces son desde el punto de vista social, como se desprende de la observación del siguiente cuadro.

En él puede observarse cómo de los sectores analizados, en ninguno de ellos la remuneración salarial por empleo en Andalucía alcanza a la media sectorial nacional. Es decir, la mayor productividad aparente de estos sectores no tiene un reflejo social, por la vía de la remuneración salarial mostrándose, por el contrario, cómo las rentas del trabajo unitarias en dichos sectores son sensiblemente inferiores a las nacionales.

Esa escasa ineficacia social se muestra una vez más en los datos relativos a empleo, especialmente en los sectores químico, papeler y energético; los tres sectores aportan conjuntamente el 4% del total de empleos a nivel nacional, mientras que en nuestra Comunidad Autónoma esa aportación apenas alcanza el 2,2% de los empleos.

Todo esto que se ha expuesto ha servido para poner en entredicho aquellas políticas que, de manera indiscriminada, tratan de justificar *cualquier* modelo de desarrollo tecnológico, con tal de que se produzca el mismo. Como se decía más arriba la tecnología es un producto de la sociedad y, como tal, debe estar al servicio de la misma y no a la inversa, por lo que la selección del modelo tecnológico debe responder tanto a criterios económicos, como a criterios sociales, culturales y ambientales.

Así, si importante es que las tecnologías aplicadas permitan incrementar la competitividad de las empresas, no lo es menos que contribuyan a cohesionar la trama social, que estén dirigidas a la producción de bienes y servicios que satisfagan necesidades sociales básicas, que generen empleo, que minimicen la contaminación o que tengan un impacto lo menor posible sobre el subsistema natural¹⁴.

Como veremos, a continuación, las tecnologías

pueden ser un elemento de indudable importancia en la corrección y/o prevención del deterioro medioambiental; sin embargo, el control de esas llamadas "tecnologías descontaminantes" se encuentra en manos de muy pocos países y, dentro de ellos, de muy pocas empresas. Las necesidades tecnológicas que puedan surgir en nuestra región, en este sentido, han de ser cubiertas, ya lo están siendo, por importaciones de equipos de alta tecnología procedentes de otras zonas, lo que sin duda tiene una importancia capital en el agravamiento de la dependencia tecnológica que, tradicionalmente, viene padeciendo la economía regional.

Ello prueba la necesidad, incluso desde el punto de vista estrictamente económico, de incorporar esos criterios antes expuestos en cualquier intento de desarrollo tecnológico que pretenda conseguir un desarrollo económico para Andalucía verdaderamente *sostenible*.

2.2. El papel de las Nuevas Tecnologías en la superación de los déficits medioambientales existentes

Hasta el momento se ha puesto de manifiesto la importancia de establecer el desarrollo tecnológico de un sistema socioeconómico en acuerdo con las circunstancias propias del mismo. La elección de un determinado modelo de espaldas a la realidad implica la generación de desequilibrios de toda índole (sociales, económicos, medioambientales, culturales,...) y Andalucía es un ejemplo ilustrativo de ello.

Quizás estemos viviendo un momento oportuno para establecer las pautas adecuadas en función de los condicionantes externos que se nos presentan y considerando las perspectivas de futuro que se abren para nuestra región. De todas formas, hay que señalar, igualmente, que el modelo de desarrollo elegido, a la vez que favorecido, puede verse mediatizado e incluso coartado precisamente por esas circunstancias exógenas.

En razón de lo anterior veamos primero cuál es nuestra situación de partida para después observar las influencias externas sobre la misma y, por último, qué es lo que se viene haciendo y cómo.

13. Además, si se observa el comportamiento, en los últimos años, de los diferentes sectores industriales andaluces, a partir de la evolución del Índice de Producción Industrial de Andalucía, se puede ver cómo sectores como el de productos energéticos y agua o papel, prensa y gráficas se han comportado como dos de los de mayor dinamicidad, lo que podría estar repercutiendo en un mayor deterioro ambiental.

14. Para una relación más exhaustiva sobre los criterios que deben tenerse en cuenta de cara a la adecuada elección del modelo de desarrollo tecnológico, resulta de indudable interés: Delgado Cabeza, Manuel; obra citada.

En el sector de I+D no es decir nada nuevo que en nuestro país y en nuestra región en particular, la nota característica es el atraso en el marco comparado y la dedicación, por tanto, de un menor esfuerzo.

Así, en 1990 la financiación directa de programas de I+D alcanzaba en Andalucía el 0,29% del PIB, mientras que en España ese porcentaje llegaba al 0,36%, cifras que se han ido acercando (0,12 y 0,24% del PIB en 1985, respectivamente)¹⁵ pero distantes de la proporción existente en la CE¹⁶ (1%).

El predominio de la PYME aparece como determinante a la hora del reparto de papeles en actividades de I+D entre Administración y empresa privada: si en la CE se observa una situación de igualdad, repartida al 50%, en España se estima que la participación de la empresa privada alcanza el 20% y en Andalucía se sitúa entre el 10-14%¹⁷.

En el campo específico del medio ambiente la situación viene reflejada por la proporción de patentes extranjeras en la fabricación de infraestructuras y equipamientos de descontaminación. "Más del 80% de las patentes concedidas en nuestro país relacionadas con el medio ambiente son extranjeras"¹⁸, lo cual es una muestra clara de la dependencia tecnológica en que nos encontramos.

La escasez de formación para conseguir investigadores e incluso personal cualificado para el manejo de los equipos de reciclaje y depuración en los procesos productivos, es el tercer elemento a resaltar aquí, algo que, como veremos más adelante, supone un estrangulamiento a la aplicación de nuevas tecnologías y a la potencialidad como generador de empleo que presenta el sector medioambiental.

Puede decirse que la situación de partida no despierta optimismos: atraso, dependencia tecnológica y falta de formación son tres notas características que definen el pasado reciente del sector de I+D en nuestro país, de forma particular en el campo medioambiental dada su "novedosa" aparición en escena.

La situación reflejada, como decíamos más arriba, puede verse favorecida por condicionantes externos en la medida que exista una capacidad decidida por recuperar el tiempo perdido.

El primero de ellos y más trascendental deriva de nuestra pertenencia a las Comunidades Europeas. La adaptación a la normativa medioambiental comunitaria implica, entre otras cosas, la dedicación de un mayor esfuerzo en actividades de I+D, habida cuenta de los déficits medioambientales que, con respecto a dicha normativa, presenta España y la región andaluza en todos los campos (atmósfera, agua, ruido, residuos,...). A modo de ejemplo aludir a las pretensiones comunitarias de establecer un "impuesto verde" que permita en el año 2000 estabilizar las emisiones de CO₂ al nivel de 1990. Imperativos como éste nos deben hacer considerar la oportunidad de cumplir los preceptos comunitarios de tal forma que sus repercusiones sean mínimas sobre las estructuras de costes, algo en lo que la aplicación de tecnología tiene mucho que ver¹⁹.

Las exigencias comunitarias, por tanto, aparecen como garantes de una adaptación estructural irremisible, de nuestra capacidad depende que sobre la región reviertan los beneficios que puedan generarse. Una muestra de ello nos la da la relación, siempre discutida, entre generación de empleo y medio ambiente: en "Alemania, se ha constatado que de cada 3.000 empleos que se han perdido al año por reconversión medioambiental, la creación de puestos de trabajo en nuevas industrias se ha cifrado en un promedio de 40.000 empleos anuales"²⁰. Una llamada de atención, al mismo tiempo, de la importancia que cobra la formación de la mano de obra de cara a los nuevos requerimientos que se avecinan como se desprende de las expectativas de negocio en el sector medioambiental que pasamos a comentar.

Para 1991 se estima que el volumen de negocio del sector medioambiental superó los 200.000 millones de pesetas, con una nota importante que es el incremento de la demanda privada (100% entre 1978 y

15. "Medio Ambiente en Andalucía. Informe 90". Agencia de Medio Ambiente. Sevilla, 1991. (Pág. 312).

16. Eurostat. CEE.

17. "Medio Ambiente en Andalucía. Informe 90". Agencia de Medio Ambiente. Sevilla, 1991. (Pág. 312).

18. SAURA, Asunción. "Una industria insuficientemente vertebrada". Especiales Cinco Días: Medio Ambiente, 28 de septiembre de 1990. (Pág. 30).

19. Según un informe de la OCDE producir limpio sólo aumenta los costes entre un 2 y un 5%, mientras que descontaminar puede elevar los costes de producción entre un 10 y un 15%. Artículo: "España invierte 1,2 billones en medio ambiente". -Cinco Días I+D, 28 de octubre de 1991. (Pág. XL)-.

20. HERNANDEZ Teresa, Araceli/CABALLERO Ana M. "El volumen de negocio supera los 200.000 millones". Especiales Cinco Días: medio Ambiente, 28 de noviembre de 1991. (Pág. II).

1988, de 24.000 a 60.000 millones de inversión respectivamente)²¹. Por otro lado, las previsiones comunitarias estiman un crecimiento del 75% en la inversión ecológica hacia el año 2000²². Estas cifras dan muestra de una coyuntura favorable para la inversión en el sector y, consecuentemente, para la dedicación de parte de la misma a actividades de I+D que vayan mitigando el desfase tecnológico que padecemos en la actualidad.

Como vemos, existen condiciones que permiten pensar en la posibilidad de un giro positivo en el esfuerzo tecnológico a llevar a cabo en los próximos años, por un lado, obligado en el marco comunitario y ayudado por las líneas de financiación que supondrá y, por otro, inducido a tenor de las expectativas de negocio que presenta el sector medioambiental. De nuevo, de nuestra capacidad depende que los frutos de todo ello no deriven a otras manos.

Hasta el momento actual, como ya hemos visto, el esfuerzo tecnológico viene siendo desarrollado en su mayor parte por la Administración. A través de figuras de planificación se intenta inducir la actitud de las instituciones y entes privados al desarrollo de proyectos de investigación y de programas de formación. Aquí vamos a recoger las tres líneas principales, a nivel comunitario, estatal y autonómico, destinadas a la promoción de la investigación en materia medioambiental, lo cual no pretende ser exhaustivo pues en muchos otros planes o programas pueden observarse líneas de fomento a las actividades de I+D de carácter ambiental²³, una muestra entre otras, de la dispersión que caracteriza a la política medioambiental en general²⁴.

En la CE el Programa-Marco de Acciones Comunitarias de Investigación y de Desarrollo Tecnológico

(1990-1994) es la figura principal²⁵ de incentivación a las actividades de I+D articulándose mediante programas concretos como es el Programa Específico de Investigación y Desarrollo en el ámbito del Medio Ambiente²⁶.

El Programa-Marco, dotado con 5.700 millones de Ecus para el quinquenio, dedica uno de sus tres grandes apartados a la "Gestión de los Recursos Naturales" a su vez dividido en tres bloques diferenciados:

El primero de ellos, de "Medio Ambiente", pretende dirigir la investigación hacia los mecanismos fundamentales del medio ambiente, la identificación de las fuentes de contaminación y la evaluación de sus efectos combinados en el medio ambiente, con una dotación de 518 millones de Ecus. El segundo, dedicado a las "Ciencias y Tecnologías de los Seres Vivos", tiene por objetivo contribuir, a largo plazo, al desarrollo del potencial de Europa en lo referente a la comprensión y utilización de las propiedades y estructuras de la materia viva alcanzando su financiación los 741 millones de Ecus. Por último, se destina a la "Energía" la cifra de 814 millones de Ecus con el principal objetivo de desarrollar tecnológicas energéticas seguras y respetuosas del medio ambiente contemplando la mejora del saldo energético de la Comunidad a un coste razonable dentro del Mercado Común²⁷.

En el ámbito nacional, el Programa Industrial y Tecnológico Medioambiental (PITMA), aprobado por la Comisión Delegada de Asuntos Económicos en Septiembre de 1989, con un período de aplicación entre 1990 y 1994 tiene como objetivos principales el desarrollo, puesta en marcha y aplicación de nuevas tecnologías, equipamientos y procedimientos indus-

21. Artículo citado. Especiales Cinco Días: Medio Ambiente, 28 de noviembre de 1991.

22. Artículo citado. Cinco Días I+D, 28 de octubre de 1991.

23. A modo de ejemplo, el programa de actuación n.º 4 del Plan Nacional de Residuos Industriales, denominado: "Programa de Fomento a la Investigación, Formación y Capacitación Técnica", es contemplado para su puesta en práctica en coordinación con el "Programa Nacional de Conservación de Recursos Naturales y Procesos de Degradación Ambiental del Plan Nacional de Investigación Científica y otras acciones previstas por organismos de la Administración (CEDETI, etc...)". "Textos y Documentos: La Gestión de Residuos Industriales". MOPU. Avila, 1990 (pág. 116).

24. "... todas las Administraciones Públicas ejercen competencias en materia medioambiental en mayor o menor grado, lo que entraña una grave dificultad para su integración en un marco coherente y eficaz". Blancafort, Alex en "En busca del oro verde". Artículo del n.º 17 de Andalucía Económica, noviembre de 1991. (pág. 69).

25. Existen otros programas fuera del programa-marco como son COMETT II, ERASMUS o SCIENCE de formación de investigadores; VALOREN o THERMIE de investigación energética; etc...

26. Propuesta de Decisión del Consejo relativa a un programa específico de investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito del medio ambiente (1990-1994), (90/C 174/06). DOCE de 16 de julio de 1990.

27. Decisión del Consejo de 23 de abril de 1990 relativa al programa-marco de acciones comunitarias de investigación y de desarrollo tecnológico(1990-1994), (90/221/Euratom,CBE). DOCE del 8 de mayo de 1990.

triales que tiendan a la reducción de las repercusiones medioambientales de los procesos fabriles haciéndola compatible con la optimización de los rendimientos empresariales, así como promover la formación y capacitación de técnicos y especialistas.

El PITMA, al que pueden acogerse empresas públicas o privadas, presenta tres líneas de subvención destinadas: 1) a la corrección de procesos para su adaptación a la normativa vigente, 2) a las inversiones en tecnología y proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en el área del medio ambiente industrial y 3) a las actividades de formación de técnicos y especialistas en áreas industriales o de ingeniería y las de promoción de actividades vinculadas a la industria y tecnología medioambiental.

Para cada una de las líneas mencionadas se contemplan distintas cuantías de subvención. Así, en el caso de la adaptación normativa la subvención será hasta de un 15%, ampliable al 25% si se mejoran los niveles de corrección legales o se trata de PYME. En el desarrollo de nuevas tecnologías la subvención será de hasta un 50% para investigación básica y hasta un 30% en investigación aplicada, ampliables, en ambos casos, en un 10% si se trata de PYME. Por último, las actividades de formación y promoción se subvencionarán hasta un 100%²⁸.

Del PITMA, dotado por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo con un montante de 38.000 millones de pesetas para el cuatrienio, de los que se distribuyeron subvenciones por valor de 3.000 millones en 1990 y 4.500 en 1991²⁹, son destacables tres aspectos:

El primero de ellos es la motivación a conseguir procesos de producción que consigan niveles de protección del medio ambiente superiores a los legalmente establecidos; el segundo, el fomento de procesos o tecnologías rentables desde el punto de vista estrictamente económico y; por último, la decidida apuesta por la formación subvencionable hasta el 100% de la inversión.

A nivel autonómico no existe un plan específico medioambiental; sin embargo, el Plan Andaluz de Investigación 1990-1993 (PAI) de la Consejería de Educación y Ciencia, con una dotación prevista de 18.000 millones de pesetas para el cuatrienio, recoge entre sus programas uno dedicado a los Recursos Naturales.

En el programa referido las áreas contempladas son: acuicultura; recursos marinos y tecnología de la pesca; ecología, medio ambiente y conservación; recurso hídricos y, por último, recursos geológicos.

Cuadro 3

- * Producción de cartografía básica, temática o de imágenes de satélite, incluyendo la combinación de ambos tipos de representación.
- * Inventarios de usos, generales o específicos.
- * Cálculos geográficos.
- * Detección y seguimiento de fenómenos o procesos físicos, naturales o artificiales.
- * Pronóstico de producciones agrícolas o forestales.
- * Evaluaciones de capacidad de uso de los recursos.
- * Evaluaciones de calidad, impactos o costes ambientales.
- * Evaluación de aptitud de uso específico de las tierras para cultivos o especies forestales determinadas.
- * Cálculos de potencialidad climática para crecimiento de la vegetación.
- * Pronóstico de la erosión actual y potencial en función de diferentes alternativas de uso del suelo.
- * Modelos de simulación de distribución de contaminantes en estuarios.
- * Modelos para la elaboración de cartografía de riesgos de incendio en tiempo real.
- * Localización de puntos óptimos para ubicación de actividades específicas (viveros, canteras,...).

Fuente: "Sinamba. La planificación del ecodesarrollo". Agencia de Medio Ambiente.

28. Orden de 29 de julio de 1991 publicada en el BOE n.º 183 de 1 de agosto de 1991.

29. Artículo citado. Cinco Días I+D, 28 de noviembre de 1991.

Dentro de dichas áreas los objetivos perseguidos son: 1) la consolidación y el desarrollo de la estructura de investigación en recursos naturales de Andalucía, 2) la contribución a la gestión, ordenación y conservación de dichos recursos, así como 3) la formación de personal investigador y técnico en las áreas del programa.

Fuera del programa "Recursos Naturales" el medio ambiente se presenta como objeto de investigación en algunos otros: "Agroalimentación" (en las áreas: agricultura de zonas áridas, desertización y recursos forestales, economía agraria y de los recursos naturales), "Ciencias de la Vida" (Biotecnología) y "Tecnologías de la Producción" (utilización racional de la energía y tecnología de residuos)³⁰.

La nota característica de la dedicación al campo medioambiental en el marco del PAI es el destino institucional de la dotación del plan en el sentido de que, si bien el PITMA presenta una vocación puramente industrial, en este caso se fomenta el estudio de los recursos naturales de cara a una mejor gestión de la política medioambiental.

Hemos visto como a tres niveles territoriales y administrativos se han articulado planes o programas de financiación que contribuyan, por un lado, al esfuerzo tecnológico que hemos de hacer y, por otro, a la consolidación de unos niveles de inversión en I+D en las empresas que permitan nuestra verdadera equiparación con Europa.

A continuación, nos parece interesante pasar del marco general al concreto de la gestión a través de planes correctores de la contaminación puestos en marcha por la Administración; planes que suponen ejemplos ilustrativos de los elevados costes de la corrección de déficits (déficits no previstos en la programación económica del momento), de la acción concertada entre Administración y empresa y de la importancia que adquiere la tecnología en la protección del medio ambiente. Nos referimos a los planes de corrección de vertidos industriales y de la contaminación atmosférica de Huelva y de la Bahía de Algeciras.

Los planes mencionados se han configurado como

un compromiso de ejecución de un conjunto de inversiones tendentes a la corrección y el control de la contaminación, distinguiendo, de este modo, entre medidas internas a llevar a cabo por las plantas industriales implicadas y medidas externas a implementar por la Administración, en este caso, la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

En el Plan de Corrección de Vertidos Industriales de Huelva se estimó la inversión empresarial en unos 6.000 millones de pesetas, superando actualmente la cifra de 8.000. Las medidas internas han consistido en corrección del pH, disminución de efluentes y metales pesados, tratamiento de materia orgánica y reducción de materia clorada a través, todo ello, de la modificación de plantas y procesos y la instalación de plantas de tratamiento.

Las medidas externas se estimaron en 3.000 millones de pesetas, aunque se prevé que dicha cifra se superará. Hasta el momento las medidas abordadas consisten en instrumentos de control de la contaminación (redes, laboratorios,...), actividades de limpieza y regeneración, así como infraestructuras (colectores, planta de inertización,...) ascendiendo a un montante global de 2.152 millones de pesetas.

Las inversiones previstas en el Plan de Corrección de la Contaminación Atmosférica de Huelva ascienden a 8.050 millones de pesetas: 205 para medidas externas (red, centro de control y laboratorios) y 7.845 para instalaciones descontaminantes, cambios de proceso y transmisión de datos de emisión en tiempo real como medidas internas³¹.

La Bahía de Algeciras también ha sido objeto de planificación en las dos vertientes de corrección. El Plan Corrector de Vertidos Industriales de la Bahía de Algeciras contempla como medidas externas el sellado y recuperación de vertederos, así como la regeneración de hábitats con una inversión de casi 170 millones de pesetas. Por su parte, las empresas habrán de invertir 3.300 millones de pesetas en el conjunto de medidas internas contempladas.

El Plan de Corrección de la Contaminación Atmosférica de la Bahía de Algeciras recoge cerca de

30. "Plan Andaluz de Investigación 1990-1993". Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía. Sevilla. 1990.

31. SAINZ SILVA, Alfredo: "Plan Corrector de Vertidos de Huelva" y FLORES PEREIRA, Pedro: "Plan de Corrección del Medio Atmosférico de Huelva" en "Nuevas Tecnologías y Medio Ambiente". Agencia de Medio Ambiente. Sevilla, 1991. (págs. 139 y 171, respectivamente).

60 millones de pesetas de inversión en medidas externas y algo menos de 1.300 millones a cargo de las empresas³².

Como puede observarse, en los planes descritos la aplicación de tecnología en infraestructuras y equipamientos de corrección, al igual que de medidas de control de la contaminación es una variable determinante a la hora de abordar déficits medioambientales. Sin embargo, también se viene haciendo imprescindible el tratamiento de la información como apoyo a la gestión de la política medioambiental. En este campo es forzosa la referencia a los sistemas de información ambiental.

El Sistema de Información Ambiental de Andalucía (SinambA) puesto en marcha por la Agencia de Medio Ambiente andaluza se presenta como un instrumento de gran potencialidad en la gestión del medio ambiente regional: "El SinambA, como todo Sistema de Información Geográfico, es un sistema de bases de datos para manejo de datos digitalizados, espaciales y temáticos, de muy diversa índole. Sus aplicaciones fundamentales se dirigen a facilitar la evaluación, gestión y planificación de los recursos naturales y socioeconómicos asistida por ordenador"³³ (en el cuadro n.º 3 se señalan algunas de las principales aplicaciones del SinambA).

En este sentido, otras Comunidades Autónomas también están implementado instrumentos de esta índole; así el Centro de Supercomputación de Cataluña está llevando a cabo la creación de una base de datos geográficos para prever impactos ambientales denominada "Geocronos"³⁴.

A nivel sectorial queremos destacar aquí dos sectores por el lugar avanzado que vienen mostrando en el campo de la innovación tecnológico-medioambiental: la industria del plástico y la producción de energía.

La Asociación de Fabricantes de Plástico en Europa establece en un informe la comprobación de que más de un 7% del plástico usado es material reciclado, cuando previsiones anteriores situaban la cifra entre el 1 y 2%. Además argumenta que sobre el 20% de todo el plástico usado se recupera como materia o

energía. Esto nos muestra al sector plástico como uno de los sectores industriales que dedica un mayor esfuerzo a la promoción del reciclaje y a conseguir la biodegradabilidad del producto. En relación con ello la Agencia de Medio Ambiente está llevando a cabo la construcción de dos plantas de tratamiento de residuos plásticos en Andalucía que suponen una inversión de 1.000 millones de pesetas³⁵. En este sentido cabe recordar que este mismo año se inauguró la planta de reciclado de residuos plásticos en la localidad sevillana de Los Palacios.

El sector energético avanza en diversas direcciones para la reducción en el impacto ambiental de los procesos de uso y generación de la energía y la búsqueda de fuentes alternativas: tecnologías de combustión limpia de carbón o de gasificación de carbón en ciclo combinado, desarrollo de reactores nucleares avanzados de fisión, desarrollo de energías renovables, la fusión termonuclear...³⁶.

Igualmente es destacable el desarrollo en el campo de las energías renovables, de gran importancia para Andalucía dadas sus características (una media anual de insolación total superior a los 4,5 kwh/m² y un punto geográfico, el estrecho de Gibraltar, considerado como uno de los dos enclaves de mayor potencial eólico de la Península dando evidencia de ello la ubicación de un parque eólico de demostración en Monte Ahumada -Tarifa-³⁷).

Llegados a este punto, tras el repaso general que nos habíamos propuesto, para cerrar el presente artículo y a modo de reflexión cabe decir que actualmente es claro el papel de predominio que juega la Administración en el campo de la investigación tecnológica y los instrumentos puestos en marcha así lo demuestran. El reto está en que la misma Administración sea capaz de coordinar y dar a conocer eficazmente dichos instrumentos para poder pasar el "testigo" a las empresas, algo que debe considerarse en el contexto de las necesidades propias del aparato productivo regional y aprovechando la presente coyuntura tendente a un mayor esfuerzo tecnológico si queremos que los incentivos a actividades de I+D tengan los efectos esperados como tales.

32. "Medio Ambiente en Andalucía. Informe 90". Agencia de Medio Ambiente. Sevilla, 1991. (Págs. 278 y siguientes).

33. "SinambA. La planificación del desarrollo". Agencia de Medio Ambiente. Sevilla, 1991. (pág. 16).

34. HERNANDO, Ana: "La supercomputación al servicio del Medio Ambiente". Cinco Días I+D. 18 de noviembre de 1991. (Pág. V).

35. Artículo citado. Cinco Días I+D, 28 de octubre de 1991.

36. AZUARA SOLIS, José Angel: "El futuro de la investigación energética". Cinco Días I+D, 28 de octubre de 1991. (pág. XLII).

37. "Recursos Naturales en Andalucía". Agencia de Medio Ambiente. Sevilla, 1991. (pág. 83).

3. BIBLIOGRAFIA

- I.F.A. y EXPO'92: "Programa de Investigación de Nuevas Tecnologías en Andalucía". IFA. Sevilla. 1990.
- ROMAN DEL RIO, Carlos: "«Sobre el desarrollo económico de Andalucía". Arguval. Málaga. 1987.
- MISHAN, E. J.: "Los costes del desarrollo económico". Orbis. Barcelona. 1983.
- MOPU: "Textos y documentos: La gestión de residuos industriales". MOPU. Avila. 1990.
- NAREDO, José Manuel: "La economía en evolución.". Siglo XXI. Madrid. 1987.
- SAINZ SILVA, Alfredo: "Plan corrector de Vertidos de Huelva", en "Nuevas Tecnologías y Medio Ambiente". AMA. Sevilla. 1991.
- SCHUMACHER, E.F.: "Lo pequeño es hermoso". Orbis. Barcelona. 1983.