

## Tipología científica y productividad

Gloria Alarcón. Facultad de Economía y Empresa. Universidad de Murcia  
Elena Muñoz. Facultad de Psicología. Universidad de Murcia

Un artículo de Renato Danino (Danino, 2004) argumentando acerca de la existencia de varios perfiles científico-tecnológicos, en función de la concepción que de la ciencia y la tecnología tenga cada científico, nos llamó la atención. Según este autor, tanto la ciencia como la tecnología podrían ser, desde el punto de vista ético, consideradas de diferentes maneras: para algunos, la ciencia y la tecnología son neutras, estarían pues libre de valores socioeconómicos, y sus objetivos y su lógica productiva vendrían marcados –como dice Toulmin– intrínsecamente, y dirigidos por la propia dinámica del conocimiento; para otros estarían condicionadas por estos valores socioeconómicos y sus objetivos estarían dirigidos por factores externos.

De la misma manera podría influir en esta percepción otra doble perspectiva según su estructura organizativa: la que considera a la ciencia y la tecnología como autónomas, y por lo tanto ajenas a intereses productivos, o la que las considera como dependiente de los hombres (Andrew Feenberg y Hugh Lacey, 1999).

Para aquellos que conciben la tecnología como algo neutro, los resultados obtenidos por la investigación científica, se deben a “mecanismos causales” cuyo uso puede ser considerado como *bueno* o *malo* en función de los fines para los que se utilicen. La existencia de la energía atómica como fuente de transformación económica o como amenaza de conflictos.

Si por el contrario se cree que la tecnología está dominada por determinados valores, serían éstos los que señalarían no sólo su utilidad sino su nacimiento y desarrollo. La creencia de que los inventos científicos interfieren en la moral y las costumbres de los pueblos.

Por otra parte, la visión autónoma de la, se fundamentaría en el conocimiento científico, y tendría sus propias leyes immanentes, siguiendo una trayectoria lineal e inexorable, gobernada desde dentro, es decir según un impulso endógeno. Desde este punto de vista, los grandes inventos de la Ciencia Moderna se deberían al incremento del conocimiento teórico de la Física medieval. Finalmente, la concepción de la tecnología como limitada a la voluntad humana, estaría sometida a sus dictados y a merced de su toma de decisiones, en cuanto a su origen y desarrollo. Las innovaciones en este caso, estarían prediseñadas según los intereses personales, políticos e institucionales. Desde esa perspectiva, los intercambios comerciales de los estados mediterráneos serían los causantes del desarrollo científico y tecnológico del conocimiento.

La combinación de las cuatro perspectivas, daría origen a los cuatro "tipos científico-tecnológicos" entre los científicos y podrían representarse en cuadrantes delimitados por los dos ejes.

Según la relación de las variables representadas, la combinación entre los que creen que el ser humano controla la tecnología y que la ciencia es neutral, darían un perfil de tipo instrumentalista. El siguiente perfil relacionaría autonomía y neutralidad – la tecnología es autónoma y neutral– y daría como consecuencia un dibujo determinista. El tercer perfil adscribe a la tecnología la autonomía; los representantes de dicho perfil la considerarían portadora de valores, y estaría representada en los científicos substantivistas. Los restantes pertenecerían a la perspectiva crítica, que perciben la tecnología como controlada por los hombres y a su vez, condicionada por valores.

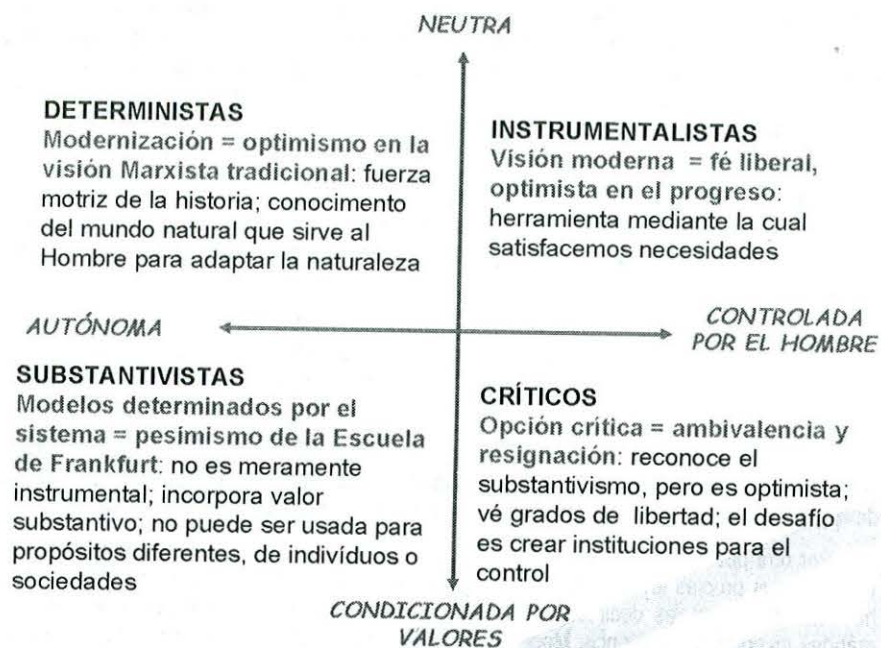


Figura 1. (Tomado de Andrew Feenberg y Hugh Lacey, 2005)

Así, los aspectos a considerar en cada uno de estos perfiles serían diferentes. Si pudiéramos asignar a los científicos alguno de estos perfiles dominantes a través de la historia del desarrollo científico, nos darían un mapa de situación que podría adscribirse también a los científicos actuales.

Así, tendríamos en primer lugar a los DETERMINISTAS: En su mayoría serían seguidores de Marx, creen que el desarrollo de las *fuerzas productivas* – las tecnologías– tienen un desarrollo *inexorable* cuyo discurrir histórico actúa como motor impulsor del sistema productivo, y que va modelando a la sociedad hacia un progreso que ella misma establece. La misma en principio capitalista, derivaría en la construcción del llamado *socialismo real*. Esta posición que es la marxista tradicional, opina que el avance tecnológico es una fuerza motriz de la Historia, que se orienta a aspectos de nuestra naturaleza y satisface y extiende nuestras facultades aumentando nuestro poder sobre ella. Finalmente creen que aunque la tecnología no es controlada por la sociedad, utiliza el avance inexorable del conocimiento para servir a la sociedad y adaptarla a las exigencias de eficiencia.

Para los INSTRUMENTALISTAS a los que podemos considerar herederos del Positivismo, la tecnología sería una herramienta creada por la especie humana. Pero una especie humana abstracta, sin concretar en sus características y sin una conceptualización histórica clara, que la diferencie por clases o intereses sociales. Esta visión clasifica el conocimiento científico según los métodos utilizados, y no tanto por los objetos estudiados. Es pues la metodología utilizada la que permite los logros científicos y es también el método el que asegura la veracidad de los mismos: los métodos son verdaderos y aseguran la eficiencia de la tecnología subyacente.

De manera complementaria, el bien – la ética de uso – estaría garantizada ("el conocimiento es virtud" de los platónicos) siempre que la sociedad respete dicho conocimiento. Esto nos daría una visión optimista-moderna, ya que la tecnología sería considerada un instrumento para satisfacer necesidades sociales. De esta manera sería la sociedad la que determinaría los próximos pasos del desarrollo tecnológico, de acuerdo con su voluntad expresada suponemos a través de los múltiples canales de comunicación que caracteriza a las sociedades modernas (sus representantes, bien políticos o sociales y culturales)

Pero esta posibilidad nos lleva a que cualquier tecnología puede ser utilizada indistintamente para actuar sobre cualquier perspectiva en la que están presentes los valores, lo que supone planteamientos éticos

Los SUBSTANTIVISTAS, seguidores de la Escuela de Frankfurt, consideran la ciencia como autónoma y portadora de valores. La idea de neutralidad de la tecnología junto a la concepción de su eficiencia para servir a la especie humana en general, permitiría incorporar a la larga, los valores de una concepción capitalista que estarían implícitos en la propia tecnología. Una tecnología neutra, que a pesar de ello incorpora los valores que están presentes en cualquier producción humana, aunque estos valores no se hagan explícitos y por lo tanto, puedan operar aunque estén ocultos. De esta manera, la tecnología –de sello capitalista– orientaría conductas y creencias incorporadas acriticamente –*inconscientemente*– por los diferentes grupos sociales. Con lo cual, se impediría asimilar otros valores alternativos– los ecológicos, por ejemplo– al ser la tecnología la representante de la *sociedad tecnológica capitalista* predominante.

Con este razonamiento, se incorpora la Crítica de la Escuela de Frankfurt al Determinismo, aunque al mismo tiempo añade valores substantivos de la "sociedad tecnológica" capitalista –*eficiencia, control, poder*– que la orienta.

¿Cuales son estos valores sustantivos? Por ejemplo el hecho de adquirir una funcionalidad y dinámica propias; es por eso que la tecnología no puede ser usada para propósitos diferentes de los manifestados por individuos o sociedades, puesto que implica un compromiso y una concepción específica de la vida.

Más aún la tecnología incorpora un valor fundamental que traerá consigo valores que tienen el mismo carácter exclusivo de las creencias religiosas: la creencia en que la ciencia y la tecnología acabarán con los problemas que vayan surgiendo, reforzando su poder e impidiendo que otros valores incompatibles –la defensa del medioambiente, por ejemplo– lleven a la adquisición de estilos alternativos de desarrollo.

De esa forma se diferenciarían de sus homónimos los deterministas que valoran la neutralidad científica y la creen dúctil para sostener cualquier proyecto social.

Los denominados CRÍTICOS, defienden –como los Instrumentalistas– que la tecnología es controlable, pero se acercan a los Substantivistas, al defender los valores capitalistas implícitos en la tecnología, al creer que conllevan consecuencias sociales y ambientales catastróficas, y que una tendencia tal, inhibe el cambio social. Es decir, ven en la tecnología una promesa de libertad aunque no obstante, creen bastante difícil el control humano efectivo de los procesos tecnológicos, porque la tecnología actual refleja una gran cantidad de modelos de proyecto tecnológico muy diversos y diferentes extensiones de la mediación socio-técnica.

Para la Teoría Crítica, la tecnología no es vista como herramienta, sino como soporte de según qué estilo de vida, que la sociedad decida admitir como propia, según se de en diferentes grupos o países, aunque no para según qué proyecto político, ni qué orientación ética. Por lo tanto, la tecnología podría servir como soporte para estilos de vida alternativos.

Esta visión concuerda con el instrumentalismo (la ciencia y la tecnología son un "producto" humano) y con el substantivismo (la ciencia y la tecnología están *condicionadas por los valores capitalistas*, y puede tener consecuencias catastróficas). Esta visión crítica que plantea valores alternativos a los dominantes, para poder intervenir, tienen que incorporarse al proceso de concepción de tecnologías y crear instituciones para su control democrático. Es decir, tiene que optar por dar la batalla en los mismos espacios y con los mismos métodos: por ejemplo la búsqueda de innovaciones que permitan continuar con los mismos objetivos de utilidad social que otras concepciones plantean.

Desde el punto de vista psicosocial, el instrumentalismo –desde planteamientos éticos– y el determinismo – desde presupuestos naturales– son optimistas; el substantivismo es pesimista porque cree que la autonomía de la tecnología es amenazadora y malévol y porque, una vez liberada, la tecnología se vuelve cada vez mas poderosa, controlando cada dominio de la vida social.

La pregunta que surge a continuación es ¿podría adoptarse una visión tecnológica de carácter crítico a la productividad de la comunidad científica actual? O lo que es lo mismo, ¿depende la capacidad productiva en la Ciencia del modelo científico que se practique? Veámoslo.

## Perspectiva instrumental y comprensión de la ciencia

Para ello, tendríamos que establecer la relación entre las políticas inversoras de I+D y la productividad científica.

Blumenau (2006) argumenta que las innovaciones se pueden interpretar desde cuatro posibles modelos analítico-conceptuales: el modelo científico, el tecnológico, el económico y el social, según sus objetivos básicos: ampliación del conocimiento, aplicación de los mismos, productividad económica o rentabilidad social.

Cada uno de estos modelos, estarían caracterizados por lo que podría denominarse la cadena de innovación. Es decir, ¿cómo producimos ciencia? La cadena estaría presente en los cuatro modelos, pero aunque su desarrollo es diferente, en todos se dan tres fases:

- La fase evolutiva, representada por el ajuste de la producción en función de la demanda de recursos humanos de una organización, y que tiene por estímulo la absorción del conocimiento existente.
- Los Planes Nacionales de Investigación, diseñados por los Gobiernos, que favorecerían el ajuste por la vía de la oferta de cambio en los itinerarios de investigación, para atender las demandas de los Planes Nacionales respectivos.
- La adopción de la Teoría Crítica – tal como explicábamos en el apartado anterior– que facilitaría el ajuste de la producción por la vía del cambio en el concepto de actor dominante –el científico– sobre el conocimiento científico-tecnológico (Blumenau, 2006. Fig.2).



Fig.2 (Adaptado de Blumenau, 2006)

Según este diseño, es en el marco evolutivo donde operaría inicialmente cualquier esfuerzo en la política de I+D, ya que se intentaría adecuar los RRHH a las necesidades tecnológicas aunque estos RRHH operarían con tecnología importada de otros países innovadores (Fig. 2). Pero este cambio no es capaz de explicar algunas cuestiones, a la hora de analizar el aumento en productividad científica de determinados países. Cuando se compara el aumento de la productividad científica en dos de los llamados países emergentes, se encuentran significativas diferencias tanto en cantidad como en modalidades productivas (Blumenau, 2006. Fig.3).

Como podemos observar en la Figura 3, se da un aumento significativo en el número de publicaciones desde 1980 a 2000, tanto en Brasil (de 1869 artículos en 1980 a 9511 en 2000) como en Corea (de 229 en 1980 a 12218 en 2000). Sin embargo, este aumento es porcentualmente mucho mayor en Corea. La información adicional nos señala que en Brasil, este aumento se debió al experimentado por el número de doctores existentes, mientras que en Corea, este crecimiento es el resultado del aumento en el número de patentes, debido al incremento en los fondos que está generando la empresa privada (Fig.4).

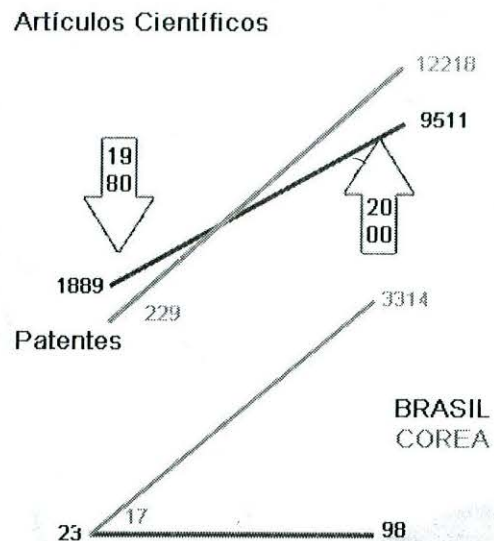


Fig. 3 (Tomado de Blumenau, 2006)

Si trasladáramos la cuestión a España, nos encontraríamos con que la producción científica en revistas internacionales (SCI) ha pasado de 6948 publicaciones en 1988 a 22.029 en el 2001. Lo que significa que el nivel de representación ha subido espectacularmente del 1,21% del total mundial en el periodo 1984-1989 (ocupando el puesto 14 entre los países

considerados), al 2,32 % (ocupando el puesto 10), en el periodo 1996-2000, habiéndose alcanzado el 2,7 % en 2002 (Alonso Miguel, 2005). Pero en España, al igual que en Brasil, este aumento en las publicaciones se debe a un aumento significativo de doctores.

Ahora bien, las actividades de I+D se financiaron en nuestro país, principalmente por el sector privado (47,2%) y la Administración Pública (43%), mientras que el 9,8% restante del gasto total en I+D lo financiaron los fondos procedentes del extranjero (5,7%) y de la Enseñanza Superior (4,1%).

Y, si bien es verdad que el gasto en I+D de las empresas en 2005 subió el 12,8% respecto a 2004, hasta alcanzar los 5.485 millones de euros (el 53,8% del gasto total en I+D, lo que supone el 0,61% del PIB) más lo hizo la Administración Pública, ya que el gasto subió al 21,8%, y supuso el 17% del gasto total y el 0,19% del PIB, mientras que el de las Instituciones Privadas sin Fines de Lucro creció el 0,14%. Por modalidades, la industria concentró el 55,2% del gasto en Inversión y Desarrollo en 2005 y las empresas de servicios el 41,8% (INE, 2006). Las diferencias con Corea son evidentes.

Ningún parámetro económico español (índice de competitividad empresarial, renta per cápita o índice de crecimiento de competitividad) se sitúa por debajo de la posición 20 en el contexto internacional.

España invierte en ciencia el 0,9% del PIB, lejos del 3% de Japón, el 2,7% de Estados Unidos y del 2% de la media europea.

El documento del Pacto de Estado por la Ciencia reclama estabilidad presupuestaria, organizativa y de gestión para alcanzar, no más allá de 2010, la convergencia con Europa (Gómez, 2005).

Lo que si demuestran los gráficos (Fig.3) es que la inversión en patentes, también incrementa la producción de artículos científicos, por lo que estimular la innovación, se traduce en productividad científica – medida en publicaciones– de las instituciones dedicadas a la misma (Fig.4).

### COREA (1980-2000)

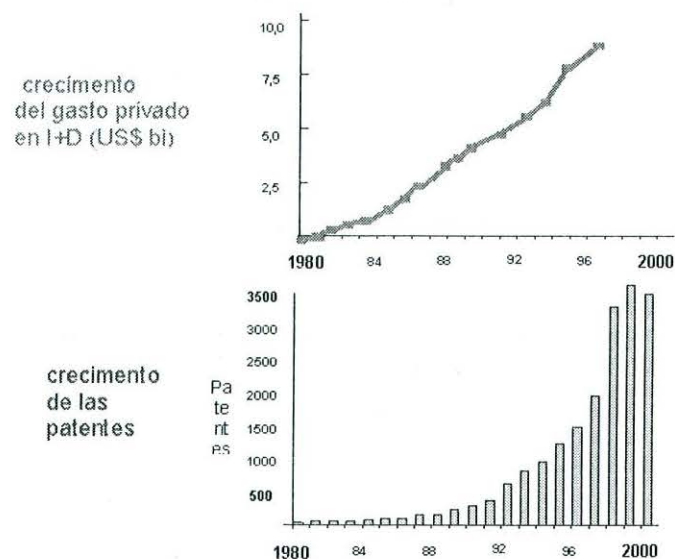


Fig. 4 (Tomado de Blumenau, 2006)

Pero la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo menciona como la razón más determinante de este desfase, la escasez de ingenieros y científicos. En principio, mientras la población de potencias como la Unión Europea envejece, China, la India y Rusia concentran ya una tercera parte de los estudiantes técnicos del mundo. La creación de productos tecnológicos, informáticos o farmacéuticos altamente competitivos, vienen de la mano de la India y China, con productores más jóvenes y con más facilidades de contratación y si a esto se le une la puesta en marcha de políticas atrayentes para las empresas, se explica su presentación como centros neurálgicos para la inversión extranjera (el 50% de las grandes multinacionales ya ha instalado en Asia una parte de sus laboratorios tecnológicos).

### El milagro científico español

En España, el aumento del número de investigadores ha sido notable. De los 31.000 investigadores existentes en 1988 se pasó a los cerca de 84.000 en 2002, y se espera aumentar sustancialmente esta cantidad con la recuperación de otros que trabajan en el extranjero, así como la puesta en marcha de diferentes iniciativas para incorporar doctores y tecnólogos a la universidad, pero también a todas luces insuficientes para lograr el salto cualitativo necesario.

Los parques tecnológicos acumulan 2.010 empresas que facturaron 7.494 millones de euros en 2005, lo que supone un aumento de un 13 por ciento en el número de empresas y de un 23 por ciento en la facturación con respecto al año anterior.

Un total de 51.488 trabajadores, de los que la mitad poseen titulación universitaria, componen la plantilla de las tecnópolis españolas que se incrementó en un 13 por ciento en comparación con 2004, año en el que se contabilizaron 45.492 empleados, según el balance elaborado por la APTE.

Esta agrupación contaba a finales de 2005 con 65 parques tecnológicos nacionales, de los que 22 tienen la categoría de socios (entidades en funcionamiento) y 43 de asociados (proyectos en fase de desarrollo), mientras que en el ejercicio anterior había un total de 53 miembros, de ellos 19 socios y 34 asociados.

En cuanto a sectores de actividad, las tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son las que mayor número de empresas aglutinan, con un total de 468 de las 2.010 que integran los 65 parques tecnológicos que forman parte de la APTE. El campo de la medicina y la salud, así como la energía y el medio ambiente son los sectores que mayor incremento en número de entidades experimentaron en 2005, con un 53 y un 24 por ciento, respectivamente, de acuerdo con los datos de la asociación.

Las tareas de Investigación y Desarrollo (I+D) en los parques científicos españoles suponen el 20 por ciento del empleo, ya que 10.140 trabajadores se dedican a esta actividad frente a los 9.330 que lo hacía en 2004 y los 4.777 en 2000.

A pesar de lo referido anteriormente, la mayor cantidad de tecnologías innovadoras desde las instituciones privadas, se produce en EEUU, algo opuesto a lo que ocurre en Brasil o España, donde la Universidad es responsable de más del 90% de dichas innovaciones (Fig. 5).

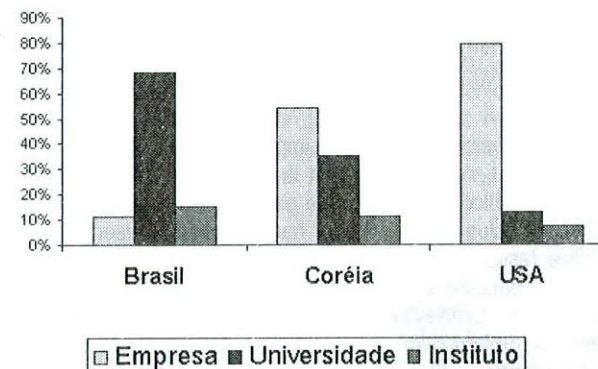


Fig. 5 (Tomado de Blumenau, 2006)

Así que desde el punto de vista de los recursos humanos, tampoco se explicaría la segunda fase del desarrollo científico, protagonizada por las ediciones de los sucesivos Pla-

nes de Investigación, tampoco explicaría la cuestión de que en los países denominados periféricos, se importe y preparen sus RRHH para el uso de la misma, y no para generarla.

Para evitar el problema, se incentiva la productividad por mecanismos fiscales. En España las deducciones fiscales que se aplican a I+D+i se dividen en dos bloques: las deducciones por I+D y las deducciones por innovación tecnológica (IT). Las deducciones por I+D+i son de las más generosas de la OCDE, tanto en porcentaje como por el importante número de actividades a las que beneficia, pero aún es bajo el número de empresas que las obtienen, dado el desconocimiento y la falta de capacidad de inversión en sectores que no generan confianza en un empresariado que huye no tanto del riesgo, como de la falta de refuerzos inmediatos.

Estas deducciones se aplican a todas las empresas con independencia de su sector o tamaño y del resultado final del proyecto. Es decir, se incentiva el esfuerzo en I+D+i independientemente de su éxito o fracaso, con lo que diluyen la relación de causa efecto pretendida con ese esfuerzo.

Hay otras deducciones que se aplican a la empresa española que permiten rebajar la factura fiscal de la empresa un 10% de los gastos en I+D+i, pero que contravienen la normativa europea, ya que sólo pueden aplicarse si se realizan a través del sistema de subcontratación de empresas especializadas españolas, atentando contra la normativa comunitaria, al no contar con posibles empresas europeas (Gómez 2005).

La tercera fase del desarrollo productivo en la Ciencia se derivaría de la adopción del modelo defendido por la Teoría Crítica. Desde la teoría crítica veíamos que las tecnologías no son herramientas, sino soportes para valores y estilos de vida. Los críticos defienden valores alternativos a los dominantes; los científicos se convertirían en actores científicos y se incorporarían al proceso de concepción de tecnologías e intervenirían en la creación de instituciones para su control democrático. Así los modelos que explican el crecimiento productivo en la Ciencia, analizarían cómo el actor dominante (comunidad de investigadores) percibe la realidad, cual es su visión de I+D y cómo controla el proceso de elaboración de la política de I+D.

En España también parecen observarse impulsos en este sentido. Las áreas de investigación más potenciadas tienen que ver con la mejora de las condiciones de vida de las personas: el cambio climático y la emisión de gases, la búsqueda de energías renovables y en fin, la dirección del esfuerzo investigador hacia problemas esenciales de alimentación y desarrollo sostenible (estabilización de fertilizantes procedentes de porcino; tecnologías de control de combustión para instalaciones de fuel-oil/gas; de reducción de las emisiones de NOx en instalaciones de combustión; desarrollo de un nuevo composite con propiedades ignífugas y tratamiento de los neumáticos fuera de uso mediante su degradación microbiana, etc.) Para ello se dedicaron 17,2 millones de euros (Ferrández, 2005).

Si esta visión crítica pero optimista del proceso tecnológico-científico, se abriera finalmente paso entre todas las visiones que hemos expuesto, y se trazara una nueva política de I+D que tuviera en cuenta la participación democrática de toda la sociedad, y que estimu-

lara la innovación en aquellos aspectos que produjeran el bienestar de la misma, se modificarían las ofertas no sinérgicas desde los Planes Nacionales de I+D. De esta forma, serían los propios científicos los que intervendrían en los procesos de toma de decisiones y serían también ellos los que aportarían una visión instrumentalista de las políticas científicas.

### Propuesta Definitiva



Fig. 7

Así parecen haberlo entendido los responsables europeos de los Programas Marco que parecen enfocados hacia su utilidad práctica y su relación con la actualidad, así podemos referirnos a sus principales epígrafes: Medio Ambiente, Cambio climático, Transportes y Aeronáutica.

Este Plan aboga por sacar la ciencia a la calle y que deje de ser territorio de entendidos. De hecho, se nos dice desde el Comisariado europeo, hay investigadores que han hecho una contribución mundial a la mejora de nuestra calidad de vida: Google, Skype, YouTube o iPod, se deben a la investigación. Hay también un cambio del punto de mira en los responsables políticos europeos, no se incide tanto en las REDES como en los investigadores individuales, pretendiendo profundizar en la investigación aunque con la vista puesta en la ciencia aplicada a la industria.

### Bibliografía

- Dagnino, R. (2005): ¿Cual es su tipo científico? En rdagnino ige.unicamp.br.
- Blumenau, A. (2006): La Universidad Latinoamericana y el futuro. El papel de la política de I+D
- Gómez, A (2006): La prosperidad de la ciencia española no consigue atraer a la iniciativa privada. Informaciones.
- Ferrández, A. (2006): Las I+D y el desarrollo regional. El País Digital.