

Políticas para la ciencia, la tecnología y la innovación: reflexiones de actualidad para el cambio de milenio

Joan Bellavista Illa

Departamento de Sociología

Universidad de Barcelona

Hablar de las políticas para la ciencia y la tecnología en la actualidad obliga a una combinación entre aportaciones teóricas provenientes de campos diversos del conocimiento, pasando por ejemplos prácticos de lo que sucede en el mundo, hasta llegar a la reflexión personal.¹ El papel de las políticas en la modernización y el crecimiento económico parecen haber contado entre otras, con políticas específicas de promoción de la investigación científica y el desarrollo tecnológico. A partir de la Segunda Guerra Mundial, los Estados se dan cuenta del enorme potencial que elementos clave de la ciencia y la tecnología pueden tener sobre el desarrollo, además de las ventajas comparativas que podrían establecer respecto a otros Estados. Las aportaciones teóricas han sido numerosas, existiendo un énfasis en los aspectos evolutivos, en las etapas sobre el papel de la investigación en la sociedad y en la intervención pública. Etapas definidas de confianza y desconfianza, el énfasis en la oferta o la demanda, la dimensión y el uso de la investigación, el papel de los expertos, los objetivos y las estrategias, las políticas, la financiación, las responsabilidades. Son temas relevantes que aparecen en autores como Freeman (1974, 1997), Salomon (1977), Dickson (1988), Rip y Hagendijk (1988), o Ruivo

¹ Este capítulo no pretende hacer un repaso de toda la dimensión de estas políticas específicas, que por la extensión disponible y la complejidad de orígenes y aplicaciones sería imposible encaber, sino dar unas cuantas claves para que el lector pueda usarlas para su experiencia o relación personal con el mundo de la investigación, las decisiones y programas en los que está imbuido, o para una reflexión general sobre el

Durante los años setenta, la innovación tecnológica se irá imponiendo como criterio que en una primera etapa pretende ser un elemento clave para capear la llamada crisis del petróleo de principios de la década, para seguir luego como un elemento de actuación que se impone y sigue hacia los ochenta. Dentro del mismo contexto habrá un gran crecimiento de las relaciones de la universidad con las empresas, en un proceso general de cambio donde la ciencia se conceptualizará como una fuente de oportunidad estratégica. Conforme nos acercamos a nuestros días, se va imponiendo el criterio de unas políticas de apoyo a la ciencia y la investigación para que puedan incidir en la competitividad industrial, con una búsqueda constante de tecnologías basadas en procesos de investigación básica. Existen pues muchos elementos a tener en cuenta en el análisis de un tema transversal como la investigación, y etapas muy diferentes en base a los elementos que inciden en su desarrollo.

Las políticas para la ciencia y la tecnología han contado tradicionalmente con los científicos y tecnólogos como actores principales en la definición y en cierta medida

² Con el paso del tiempo las necesidades y objetivos socio-económicos se han ido convirtiendo en los elementos sustitutorios para influir en las políticas. El papel creciente del contexto de la política y el impacto de la globalización son dos elementos básicos para enmarcar el debate (Jacob 1996). Debe establecerse una relación entre los sistemas de ciencia y tecnología y los dominios políticos. Existen diferentes grupos de interés que intervienen o pretenden intervenir en el proceso de la política, y existen diferentes estrategias de aproximación e influencia. Según Rouban (1990) es importante trabajar a partir de los diferentes sistemas de relación, de contrato, de temas y áreas de investigación, y de actores participantes.

² Las sociologías del conocimiento científico y sus predecesores tratan en especial el papel de estos

Los sistemas nacionales de innovación han mantenido una gran repercusión como modelo explicativo (Nelson 1993). Se analizan los instrumentos y las instituciones que apoyan el desarrollo de la innovación tecnológica, buscando similitudes y diferencias entre países en sus sistemas de innovación. Sistemas formados por grupos de actores institucionales que ejercen su influencia sobre la realización de la innovación. Según sus análisis, el laboratorio industrial se ha ido convirtiendo en el lugar principal de investigación dentro de este sistema de innovación, para la mayoría de sectores. Ello no quita importancia al papel de las universidades como formadoras de investigadores y generadoras de investigación relevante para el sistema. Nelson insiste en la importancia de las diferencias históricas y culturales entre los países. Estas han sido determinantes en la configuración del proceso de industrialización, en la determinación de las políticas y de la legislación. Sin negar las similitudes, destaca la existencia de diferencias entre las empresas de distintos países, o entre las universidades, que juegan diferentes papeles dentro de los sistemas nacionales de investigación. Sin embargo una creciente interconexión, transnacionalidad, y procesos voluntarios de copiar los elementos de éxito de los demás se han convertido en características del momento.

innovación se han criticado desde la perspectiva de la globalización de la tecnología (Archibugi y Michie 1997). Se discute la pérdida de relevancia de las políticas nacionales en un contexto de creciente globalización, que no hay que confundir con la importancia de la producción local de tecnología para los mercados globales.

Rosenberg (1993) observa como la mejora de los procesos industriales y los productos que se derivan de éstos incorporan la acumulación continua de cambios técnicos, en un modelo con pequeñas innovaciones que se producen de una manera constante. Así se ofrecen argumentos a favor de las políticas de fomento de la tecnología y no tanto de la ciencia. Años atrás, Tisdell (1981) observaba como el crecimiento del PIB no incrementa como consecuencia de un aumento en el gasto de investigación. También expone que el aumento del gasto en investigación no es necesariamente la mejor opción de uso de los recursos; que el crecimiento de las

industrias con baja intensidad de investigación no se deduce de un gasto mayor en investigación; y que no se puede establecer un porcentaje óptimo de gasto de investigación respecto al PIB que se pueda establecer a priori, que por otra parte podría ser variable en función de los países que analicemos.

Schumpeter (1939) explica que la existencia de los grandes ciclos económicos son consecuencia de la emergencia de nuevas tecnologías radicalmente diferentes de las anteriores. Parte de un modelo de equilibrio donde se introduce una innovación. Se trata de la introducción de una nueva función de producción con el objetivo económico de conseguir nuevos beneficios. Dentro del concepto de innovación se identifican cinco casos: la introducción de un nuevo bien, de un nuevo método de producción, la apertura de un nuevo mercado, de una nueva fuente de oferta, y el proceso de llevar a cabo una nueva organización de una industria con posibilidad de conseguir una posición monopólica (Schumpeter 1934). Para Schumpeter el factor más importante de este proceso es el empresario, el cual introduce las innovaciones en la vida económica, esperando obtener estas posiciones de monopolio —aunque sean temporales— con el objetivo final de conseguir nuevos beneficios. Según esta perspectiva, los empresarios destruyen la situación de equilibrio del mercado al introducir una nueva tecnología que produce nuevos bienes que modifican los anteriores precios de equilibrio.

Schmookler (1966), trabajaba en la línea de descubrir el papel de la oferta y la demanda para estimular la innovación tecnológica. Los resultados de sus análisis le llevan a concluir que se producen cambios tecnológicos cuando una empresa produce nuevos bienes, servicios, o utiliza nuevos métodos. También concluye que el resultado de una innovación es proporcional a las ventas de la industria, introduciendo pues el factor demanda en el proceso de actividad de la innovación. Analizando la industria manufacturera, explica que el gasto en investigación está correlacionado con las ventas de la industria. En un contexto de libre mercado podemos encontrar diferentes grados de intervención gubernamental. Existe pues una

discusión entre mecanismos imperfectos de mercado y procesos políticos también imperfectos, con variaciones importantes según los países. Los empresarios buscan oportunidades para invertir en operaciones beneficiosas en este contexto de mercado imperfecto, pero las imperfecciones del sistema político llevan hacia resultados también imperfectos sobre la efectividad y eficiencia de la intervención pública en la investigación y la tecnología (Hawtorne 1978).

Los argumentos de los años setenta para justificar la intervención del gobierno en la ciencia y la tecnología se resumen en Tisdell (1981). En primer lugar se explica como las empresas mantienen un comportamiento individual que denota la incapacidad de destinar una parte suficiente de sus beneficios a gastos de investigación: los riesgos e incertidumbres de estos gastos difícilmente son asumidos por agentes privados. Se argumentan los fracasos sociales en la transmisión de la información científica y técnica. Se observan las imperfecciones en el mercado de capitales, que se ejemplifican en la provisión de fondos para la investigación y el cambio tecnológico. También para evitar la duplicación de esfuerzos en servicios científico-técnicos, y consideraciones generales sobre la seguridad nacional. Por último, la competencia de la industria extranjera y la incapacidad del mercado de coordinar y dirigir las iniciativas a largo plazo se utilizan como argumentos a favor de la intervención.

Los argumentos de los noventa siguen centrándose en las limitaciones del mercado. Se analizan las externalidades, explicando como el conocimiento que se genera a través del trabajo de investigación representa una externalidad positiva (Mairesse y Sassenou 1991). Esto sucede a causa del uso que se puede efectuar de los beneficios de este conocimiento por parte de empresas y otros actores de la sociedad civil. A partir de la importancia de las externalidades de la investigación, el gobierno debería asumir un papel relevante en el gasto en investigación. Un segundo argumento utilizado se basa en la idea de que las empresas y otros actores privados invierten poco en investigación, esperando que otro actor asuma el trabajo y los costes de la

investigación. En este caso la intervención se justifica esperando que el gobierno tome medidas para que las empresas consigan apropiarse de los retornos de las inversiones realizadas en investigación. Las políticas fomentando el desarrollo de mecanismos para proteger la propiedad intelectual como las patentes, marcas comerciales, o derechos particulares sobre variedades de plantas, serían ejemplos de lo que estamos hablando.

Un tercer argumento se centra en el factor riesgo. Sigue siendo un concepto habitual la consideración del riesgo que implica la inversión en investigación. Por una parte el riesgo técnico de no conseguir los objetivos propuestos, y por otra parte el riesgo de no conseguir una suficiente explotación comercial de los resultados de las investigaciones. Se parte del supuesto de que el gobierno está en una posición más fuerte, con mayor capacidad financiera para asumir el riesgo, y con una capacidad de visión más a largo plazo que la empresa. Sin embargo se puede discutir esta posición argumentando las restricciones que los gobiernos se autoimponen para entrar en proyectos de riesgo, y la competencia que las inversiones en investigación tienen con todo tipo de inversiones públicas, que además mantienen diferentes niveles de riesgo.

Elementos asociados a los llamados números críticos mínimos también entran en este apartado. Se trata de tener en cuenta la necesidad de disponer de unas capacidades mínimas por debajo de las cuales no sería factible entrar en el proceso. La capacidad de crear procesos, diseños, disponer del personal e infraestructuras necesarias, requieren unos niveles mínimos de inversión sin los cuales no se puede entrar en la partida. Si este nivel de inversión mínima en los distintos parámetros no es asumible, se argumenta de nuevo a favor de la intervención del gobierno. Es decir, podemos argumentar la necesidad de que un proyecto se desarrolle, y demostrar la imposibilidad de realizarlo a causa de una aportación insuficiente de recursos de diferente tipo. Por último, la estrategia que los gobiernos establecen para la localización de industrias de tecnología en áreas concretas del territorio, se mezcla con la estrategia de qué sectores se pretende favorecer para conseguir inversión

internacional en función de criterios de desarrollo tecnológico, industrial y de servicios.

El sistema postmoderno de investigación científica obtiene un estatus descriptivo y analítico en los estudios de Rip y Van der Meulen (1996), cuando observan cambios radicales en el entorno del mundo de la ciencia. Según estos autores aparecen nuevas dificultades en la consecución de objetivos propios mediante las políticas que se formulan para el sistema de investigación. Ello es debido a la heterogeneidad de los actores, a la localización de la producción del conocimiento, y las redes de intercambio, todo lo cual implica cambios en la dimensión del sistema. Destacan la posición privilegiada de la organización de procesos --*aggregation*-- por encima del papel del Estado que tradicionalmente pretendía conseguir sus propios objetivos *steering*--. Esta tendencia hacia la *aggregation*, implica un proceso de configuración de la agenda socialmente distribuida, con la participación de organismos y procesos intermedios interconectados en redes. Es en este sentido que según los autores, la organización y el contenido de los sistemas modernos de investigación que se han perfilado hasta nuestros días, sufrirán un aumento de problemas debido a la mayor heterogeneidad de la producción del conocimiento.

El llamado “Modo 2” de producción del conocimiento se ha hecho famoso desde su aparición (Gibbons 1994), y en el cual existe un grupo heterogéneo de actores participando del sistema. Las actividades son interdisciplinarias y se realizan mediante diferentes fórmulas de colaboración entre organizaciones. Se combinan diferentes prácticas sociales y cognitivas, con una importancia creciente del mercado, el coste, la efectividad, pero también de la aceptación social. El contexto es de aplicación, pero la existencia de demandas sociales e intelectuales amplias, pueden llevar con facilidad a la necesidad de generar investigación básica. Las redes sociales y las redes informales, son explicativas del funcionamiento, y todo el fenómeno de cooperación no diluye la heterogeneidad de los actores que participan en el sistema. Existe un proceso de capitalización del conocimiento que requiere una evolución

gradual y creciente. Al comprobar la importancia creciente de la investigación industrial en la economía, Etzkowitz (1990), dibuja un futuro de creciente relación comercial entre las universidades, las empresas y el Estado. Los investigadores, como actores dentro del sistema, tendrán un comportamiento cada vez más empresarial, reconociendo su capacidad de utilizar sus conocimientos como una forma de intercambio. En definitiva más orientados a vender su capital cultural. La importancia de la capitalización del conocimiento se expone en los trabajos de Etzkowitz y Leydesdorff (1997). Este proceso puede agradarnos más o menos pero está marcando una de las bases de los sistemas que ya se están observando y de los que se avecinan en el próximo futuro. En una economía basada en el conocimiento, el concepto de capital intelectual se está utilizando como un valor de mercado en alza (Edvinsson y Malone 1999). Incluye una revalorización del conocimiento organizativo, innovación de productos, satisfacción del cliente, capacidad de aportación personal al trabajo, patentes y marcas. Pero la misma tecnología es una forma de conocimiento, pues la tecnología está basada en conocimiento, y la misma competitividad depende cada vez más de la cultura del conocimiento y menos de los costes laborales (Majó 1999). En este contexto no es suficiente generar conocimientos, sino también intercambiarlos y difundirlos.

La teoría que relaciona el principal y el agente también merece ser incluida. Guston (1996) relaciona esta teoría donde el ciudadano – el principal-- exige un sistema de políticas públicas que funcione con eficiencia y eficacia al gobierno – el agente--. El gobierno actúa asimismo como principal, cuando exige a los investigadores – en este caso los agentes-- el cumplimiento de su contrato en todos sus aspectos de trabajo, pero también de productividad y transparencia. El autor concluye que ninguno de los valores principales de la ciencia como la autonomía científica o la verdad científica, son amenazados si se toma esta perspectiva de análisis. Por su parte, Callon y Bowker (1994) definen la ciencia como un bien público, pero no en un sentido estrictamente económico de protección --frente a las fuerzas del mercado-- sino por el carácter de flexibilidad y diversidad que permiten, elementos que proceden de

análisis de la sociología de la ciencia y la tecnología. Elzinga y Jamison (1995), encuentran una cierta convergencia internacional de enfoques teóricos. Por una parte crece el papel de las tecnologías basadas en la ciencia, en su aplicación a la política industrial. Los aspectos de globalización de la producción y difusión del conocimiento, acercan las posturas para identificar y decidir las prioridades futuras. Las políticas de desarrollo de la investigación se conceptualizan en agendas internacionales, con un papel más importante de las entidades intergubernamentales, y un acercamiento en la percepción y gestión de los problemas.

Existen ejemplos prácticos de situaciones de países que nos pueden aproximar a lo que son las políticas de ciencia y tecnología. Vamos a hablar de los ejemplos de los que nunca se habla, utilizando ejemplos de fuera del *mainstream*. Para los países islámicos está disponible el estudio de Anwar y Bakar (1997) desde la Universidad Internacional Islámica de Malasia, sobre el compromiso de las élites en la política pública, con indicadores de distribución de recursos y resultados. Para el caso de Singapur se demuestra la importancia del desarrollo científico y tecnológico a través de una adecuada política pública. Se traza la importancia de la planificación estratégica que permite aguantar con mayor capacidad en momentos de crisis económica regional (Khondker 1998). En Nueva Zelanda podemos observar la importancia que puede tener en ciertos momentos, la decisión firme de cambiar las políticas y los instrumentos (Winsley y Hammond 1997). En 1988 el gobierno toma la decisión de realizar cambios en la gestión del sistema, llevando al año siguiente hacia una reforma en profundidad del sector público. Se configura una nueva racionalidad donde se establecen canales para concursar en la obtención de financiación de la investigación. También se configura una mayor participación y consulta en la definición de prioridades, y una línea mejor definida entre la estructura de formulación de las políticas, la asignación de financiación a los grupos, y la ejecución del trabajo de investigación.

El caso de Portugal es analizado por Gonçalves (1996) insistiendo en el débil papel de las políticas. Explica la relevancia de los ciclos de apropiación del control de las políticas por parte del Estado, y los ciclos en la posición de control por parte de los científicos. También utiliza el caso para diferenciar entre la retórica y la aplicación de medidas concretas. Es interesante el repaso que Kreimer (1996) realiza a los diferentes actores que intervienen en la política científica en Argentina desde los años cincuenta: el Estado, la universidad, la empresa, y los investigadores. Bastos (1996) lleva a cabo un seguimiento de casos de regímenes autoritarios para comparar su desarrollo económico y tecnológico con regímenes democráticos. Sus estudios de casos en Latinoamérica le permiten llegar a la conclusión de que en los regímenes autoritarios aparecen elementos de ineficiencia y de falta de responsabilidad. Al mismo tiempo se detectan problemas relacionados con los procesos de la política, de la innovación y de la adaptación al cambio. También podemos destacar la futura publicación coordinada por el autor de este capítulo sobre las políticas científicas y tecnológicas y los sistemas de innovación en Latinoamérica,³ que incluyen artículos de Mario Albornoz y C. Polino sobre Argentina, Rodrigo Arocena y Judith Sutz sobre Uruguay, Elizabeth Balbachevsky y Antonio Botelho sobre Brasil, Joan Bellavista y Víctor Renobell sobre el papel de la Unesco en la Región, Rosalba Casas sobre México, José Lozano sobre Perú, y Jesús Peña sobre Venezuela.

Cambios espectaculares se han operado en La R. P. de China, aunque se conozca poco el caso. El desarrollo científico y tecnológico se ha configurado como una prioridad para la modernización que se ha llevado a cabo a través de reformas importantes del sistema especialmente a partir de 1985. Se realiza un esfuerzo en detectar los problemas de ineficiencia del sistema de investigación. A partir de aquí se pone en marcha un mecanismo de fomento de contratos entre empresas y centros de investigación, apertura de los mercados tecnológicos y formación de investigadores. Los análisis de Kharbanda (1996) demuestran sin embargo, las dificultades para que las medidas e instrumentos lleven a resultados eficientes. La

³ De pronta publicación en la Editorial "Publicaciones de la Universidad de Barcelona".

creciente amplitud geográfica de estos estudios han llegado hasta Mongolia con Baark (1994). El caso de Corea es significativo por sus éxitos en las dos últimas décadas configurando un sistema de ciencia y tecnología a partir de aumentos de financiación de la investigación, inversión en tecnología, mercado y adaptación de la tecnología, retorno de científicos e ingenieros Coreanos hacia su país, y la creación de institutos de investigación patrocinados por la industria (Lee 1991). Sin embargo existe una cierta incógnita sobre el impacto futuro que sobre todo el sistema pueda tener la actual crisis financiera Asiática.

En el Este de Europa, surgen con fuerza los estudios sobre Polonia donde se han implementado nuevos programas con financiación pública. Sin embargo, la reacción del sector privado financiando investigación es aún leve quedando esta carencia como una restricción importante en la configuración del sistema de ciencia y tecnología que se pretende construir en este país (Jasinski 1994). Balazs (1995) descubre para la Región del Este Europeo una falta de eficiencia de los institutos de investigación y la necesidad de replanteamiento del sistema. En este caso insiste en la importancia de estudiar el sistema de recompensas. Sin embargo la verdadera asignatura pendiente la encontramos en el continente Africano, donde existe una grave ausencia de estudios que discutan estos temas de referencia. Los problemas de desarrollo a largo plazo obligan a tener una posición de análisis más amplia de la que tenemos al analizar otros continentes y regiones económicas. La falta de otras informaciones obliga a aproximaciones cualitativas, comparando casos y sectores (Abdoye y Clark 1997).

Es una práctica común que los gobiernos ejerzan su capacidad de priorizar unas áreas de investigación por encima de otras, dando diferente grado de financiación a diferentes líneas de investigación. De esta manera se establece una forma de intervención que pretende impulsar un sistema de ciencia y tecnología que dibuja diferencias entre disciplinas y sectores. Por ejemplo en el caso de Australia estudiado por Aitkin (1997), el Australian Research Council y el Australian Science and

Technology Council establecen un sistema de prioridades que sin embargo encuentra serias dificultades para mantenerse y desarrollarse. El análisis de las áreas prioritarias para el caso de Suecia, permite ver como éstas tienen relativamente poca relevancia en comparación con la financiación horizontal de investigación básica (Elliasson 1992). El papel del gobierno en este caso trata de buscar todas las fuentes y referencias que puedan aconsejar sobre el establecimiento de prioridades. Existen diferencias históricas y culturales que hay que tener en cuenta para comprender un elemento más en los sistemas de establecer prioridades (Weiss y Passman 1991). Investigación directamente relacionada con la cultura de los países, diferentes culturas de investigación que configuran el sistema, la cultura como elemento de la propia historia, coyunturas y momentos históricos específicos, o necesidades y objetivos locales en el contexto histórico-cultural. Todos ellos son elementos que afectarán tanto al sistema de establecer las prioridades, como a las prioridades concretas que finalmente se decidan.

Las políticas a seguir requieren una evaluación continua para asegurarnos que trabajamos en la dirección correcta, al menos en el sentido que se habían planteado en su inicio. Este proceso también es importante para permitirnos reconsiderar los conceptos y procesos que se ofrecían hasta el momento. Y de esta forma aplicar los cambios pertinentes que nos plantea el nuevo diseño. La evaluación puede además, proveer información útil para una mejor gestión y administración de la investigación, y plantear cambios y mejoras para las futuras políticas. La evaluación de la investigación representa un apartado concreto del proceso de las políticas públicas analizadas, que ha tomado mucha relevancia en los últimos 15 años. Su extensión no permite ser abordada en este capítulo aunque sí se puede consultar un manual que recoge los elementos y análisis realizados hasta el momento (Bellavista et al 1997).

El análisis de políticas por sectores nos permite observar características específicas que nos aproximan mejor a la comprensión de lo concreto. Wheale y McNally (1993) analizan por ejemplo la política de investigación biotecnológica Europea,

encontrándola corporativista y opuesta a una racionalidad de competitividad. Por otra parte es un tema que lleva con facilidad al debate público dadas las implicaciones económicas y sociales de sus objetivos y de los resultados concretos de las investigaciones (Baark y Buj 1991). Es por ello que aparece un debate sobre la cantidad y calidad de las normas reguladoras del sector en la producción de conocimiento y aplicaciones, incluyendo el factor riesgo como elemento a considerar en el debate y en las políticas que se desarrollen.

Nos encontramos en una fase de creciente colaboración, cooperación, internacionalización, intercambio internacional y globalización. A partir del análisis de las publicaciones científicas se comprueba como hay un número creciente de trabajos en colaboración entre investigadores de distintos países Europeos (Pereira 1996). Estas publicaciones aparecen firmadas por un número de autores mayor y más internacional. Los programas marco de investigación de la Comisión de la Unión Europea llevan a cabo una política decidida de aumentar los equipos plurinacionales, y para ser elegible para optar a financiación se ponen condiciones estrictas de colaboración entre grupos de distintos países Europeos. Estos programas de la UE provocan un sistema de colaboración entre actores heterogéneos (Gibbons et al 1994) y desarrollan redes tecnoeconómicas (Laredo 1995). Este autor analiza el proceso de aprendizaje que se genera a raíz del trabajo en redes compuestas por actores diferentes. Observa como éste es un proceso largo que llega a cierto grado de estabilización, pero que no logra completar etapas de aprendizaje de las prácticas de colaboración. Es por ello que el autor critica los sistemas de articulación e implementación Europeos dada la gran cantidad de tiempo que se requiere para conseguir completar procesos de aprendizaje de este carácter. Los estudios de Hicks y Katz (1996) demuestran el aumento constante del grado de colaboración de los investigadores británicos con investigadores de otros países, a partir de datos provenientes de la coautoría de publicaciones científicas. Sus informaciones les permiten calcular que en el cambio de milenio la colaboración institucional fuera de las fronteras llegará al 50% de toda la producción científica británica. Estos datos son

importantes para el futuro enfoque de las políticas, que deberán estar más cercanas a la realidad de la colaboración internacional, e implicará unas políticas más en colaboración con las decisiones de otros Estados.

Desde la ciencia y la tecnología podemos también observar el mundo desigual. De la Mothe y Dufour (1995) analizan los cambios que se discuten en el mundo de la investigación, como son la rotura de fronteras disciplinares, institucionales y culturales, mayor importancia de la ciencia y la tecnología en el comercio, en la inversión, y en la relaciones internacionales, y por último los costes crecientes de la investigación junto a la disminución del gasto público. Esta dinámica conlleva desigualdad, con unos pocos países-élites científico-tecnológicos, y en el otro lado una mayoría de países que pueden intentar alcanzar posiciones o quedar simplemente excluidos. Dogson (1992) explica que la colaboración internacional en tecnología es un elemento clave del proceso y lo seguirá siendo en el futuro. Ello será estratégicamente relevante para algunas empresas, y forzará a una reflexión sobre las políticas públicas especialmente en los países fuera de la élite tecnológica. Sus estrategias futuras deberán contar con su capacidad de posicionarse para la colaboración internacional y sacar el máximo provecho de ésta. Las relaciones centro-periferia se pueden analizar también en este contexto de las políticas de la ciencia y la tecnología. Existen análisis que se aproximan a casos concretos como las relaciones de periferia de las repúblicas de la URSS respecto al centro-Moscú. La configuración de políticas desde el centro conllevaban una concentración del poder y la aplicación de una ideología única para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Nesvetailov (1995) propone para este caso que las políticas deben basarse en las necesidades socioeconómicas de cada república, y en su sistema de organización social de la ciencia y la tecnología.

Con muchos años investigando sobre las políticas y el desarrollo científico y tecnológico, Stephen Hill (1995) observa el espacio de la cultura local en el mundo económico internacional. La tecnología, la ciencia y el conocimiento se producen

localmente, aunque su aplicación y mercado se sitúen globalmente. Según su análisis crecen las oportunidades para los *small players*, sean grupos, empresas o países, en una línea de investigación básica que en muchos casos ha surgido de anterior investigación aplicada dirigida, interdisciplinar y desarrollada en un grupo. La práctica de la gestión debe tener cada vez más en cuenta todos los elementos locales para una mejor comunicación. Este sistema de relaciones entre lo local y lo global lo encontramos también en Kaukkonen (1994) para el caso de Finlandia, Yearley (1995) para Irlanda, o Vitarana (1996) para Sri Lanka. Norman Clark (1990) aboga por la mejora de las políticas de la ciencia y la tecnología para el desarrollo del Tercer Mundo, partiendo de la idea de que el desarrollo es un proceso de cambio estructural donde la ciencia y la tecnología ejercen una influencia importante. El sistema de investigación también se puede analizar como una red multiorganizativa para mejorar la ciencia y la tecnología en países en desarrollo, dibujando el sistema de investigación como una red social (Shrum 1997). El análisis de dos países Africanos y un país Asiático le permiten observar las conexiones entre los sistemas organizativos de países concretos y su entorno común en lo internacional. Sagasti (1989) por su parte se centra en las dificultades y complejidades de países como los Latinoamericanos para desarrollar su sistema de ciencia y tecnología. Los programas que configuran las políticas de ciencia y tecnología no serían los adecuados y no disponen de la suficiente financiación

Las fuerzas del mercado juegan un papel básico en la producción del conocimiento, y según algunos autores juegan el papel principal (Kazancigil 1998). El debate sobre la competitividad tan en boga en la sociedad global, lleva a plantearse la relación entre Gobierno e industria en la promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación. Sin embargo, uno de los modelos que se están imponiendo en los últimos tiempos intenta explicar la red que se va formando entre gobierno, industria y universidades en el contexto de una infraestructura del conocimiento denominado modelo de la Triple Hélice (Leydesdorff y Etzkowitz 1996). Según estos autores la distinción entre el *laissez faire* y la intervención directa del Estado ha perdido sentido. Lo importante es

desarrollar unas políticas que tengan en cuenta la importancia de las relaciones entre los distintos actores. Teniendo en cuenta la tendencia actual de integrar las políticas de ciencia y tecnología dentro del contexto de la política industrial, en un contexto de economía mixta y creciente competencia económica internacional, este cambio en la manera de entender las políticas también ha incidido en las relaciones entre estos actores (Etzkowitz 1994). Nos encontramos con unos investigadores que dedican un porcentaje creciente de su tiempo a actividades que tradicionalmente no se han considerado parte del trabajo de investigación; es decir, gestión de los recursos humanos y materiales, gestión administrativa, dirección de la dinámica del grupo o de la red de grupos, y por supuesto relación con los demás actores del sistema de la Hélice, universidad, empresa y gobierno.

Reflexiones finales

Vivimos en un mundo de tensiones. Tensiones que son producto de conflictos de intereses que mantienen diferentes personas y grupos, aunque no se excluya la existencia de coyunturas de consenso. Tensiones que también podemos observar en el proceso de formulación e implementación de las políticas dedicadas a la ciencia, la tecnología y la innovación. Políticas relacionadas con sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación. Y sistemas que son fruto de los desequilibrios de fuerzas entre los grupos. Las políticas, en su acepción de “manera de conducir un tema”, tienen esta capacidad de traducir intereses y necesidades. Pero en cualquier caso dentro de un mundo cada día más global y de sistemas que van perdiendo fronteras tanto en lo institucional como en lo disciplinar.

Existe una insistencia en recordar que no hay que confundir las políticas para la ciencia y la investigación, con las políticas para la tecnología y la innovación. Se explica que son complementarias, pero sus objetivos, actores e instrumentos son diferentes y deben desarrollarse de una manera autónoma (Chabbal 1995). Pero a

pesar de las diferencias, podemos pensar en que una futura coyuntura permita que este nivel de interacción de las políticas encuentre el punto adecuado de interconexión entre la investigación y la innovación, y encuentre el lugar adecuado donde debería actuar la política pública. Se trata de que nuevas formas organizativas de la sociedad civil, dentro de los procesos de los nuevos movimientos sociales, intervengan en el proceso de la política. Se trata de reconsiderar el papel del gobierno en el proceso de las políticas de ciencia, tecnología e innovación para entrar en una fase de mayor participación de la sociedad civil (Bellavista 1999). Las fórmulas de organización de la Administración están cambiando, conjuntamente con sus estructuras y jerarquías. Las empresas están en constante cambio, a raíz de cambios en la tecnología, la información, el conocimiento, el mercado, y los sistemas organizativos. Las universidades se aproximan cada vez más a las empresas con múltiples sistemas de interacción. La innovación estructural y organizativa en las universidades será mayor en un próximo futuro y las fronteras institucionales seguirán rompiéndose cada vez más. En este contexto de cambio, con nuevos actores, movimientos sociales, interactuando con nuevas formas de mercado y dominios de la política, aparecerán nuevas oportunidades de interacción que aproximarán cada vez más las políticas de ciencia e investigación con las políticas de tecnología e innovación. Haciendo un ejercicio de prospectiva y reflexionando sobre estas fórmulas futuras, creo que con los años desaparecerán las fronteras de estas políticas incidiendo de una manera interdependiente en los actores, de manera que habrá que conceptualizar nuevos términos que identifiquen las nuevas fórmulas de configurar la política. Por una parte globalidad, por otra nuevas subculturas que aparecerán y desaparecerán con rapidez, en tercer lugar nuevas formas de tensión entre pasado, presente y futuro. El conocimiento estará imbuido en este contexto de globalidad, subculturas, y tensiones de la historia. El proceso de las políticas requerirá modelos de adaptación constante al cambio, los actores intentarán posicionarse en los diferentes puntos de la nueva dinámica del proceso de la política, intentando además generar y controlar la propia dinámica de este proceso. El mercado del conocimiento será constante entre las nuevas fórmulas que aparezcan de universidades, centros de

Social Studies of Science 25 (4) (1995): 873-883.

Ballart, X., Subirats, J.: "Science and technology policy for a medium-sized industrial country: the
Science and Public Policy 24 (3) (1997): 197-205.

Bastos, M. I.: "Science and Technology Policies in Developing Countries: A Political Analysis of
Science Technology and Society 1 (2) (1996) 225-248.

Bellavista, J.: *Science and Technology Policy in Spain: Organisational Constraints and Potential Development*. MSc. Dissertation. Manchester: University of Manchester, 1984.

Bellavista, J., et al.: “La organización de la investigación en la universidad 59 (1992): 301-309.

Bellavista, J., et al.: *Política científica y tecnológica*, Barcelona, Publicacions de la Universitat de Barcelona, 1993.

Bellavista, J.: I+D y sociedad civil, en J. Subirats, 1999. *Informe Fundación Encuentro 1999*. En prensa.

Bellavista, J., Guardiola, E., Méndez, A., Bordons, M.: “Evaluación de la investigación”, *Cuadernos Metodológicos del CIS* 23 (1997): 1-119.

Bellavista; J., Turpin, T., Hill, S., de Miguel, J.: “Cultura organizativa de investigadores y entorno *Papers* 54 (1998): 79-109.

Callon, M., Bowker, G.: “Is Science a Public Good? Fifth Mullins Lecture, Virginia Polytechnic *Science Technology and Human Values* 19 (4) (1994): 395-424.

Castells, M., et al.: (1986), *El desafío tecnológico. España y las nuevas tecnologías*, Madrid, Alianza, 1986.

Castells, M.: *La Era de la información: Economía, sociedad y cultura*, 3 vol. Madrid, Alianza, 1997.

Chabbal, R.: “Caractéristiques des politiques d’innovation notamment en faveur des PME”, *STI Review* (1995).

Clark N.: “Development Policy, Technology Assessment and the New Technologies”, *Futures* 22 (9) (1990): 913-931.

De la Mothe, J., Paquet, G.: “Circumstantial Evidence: A Note on Science Policy in Canada”, *Science and Public Policy* 21 (4) (1994):261-268.

De la Mothe, J., Dufour, P. R.: “Techno-Globalism and the Challenges to Science and Technology *Daedalus* 124 (3) (1995): 219-235.

Dickson, D.: *The New Politics of Science*. Chicago, U.P. Chicago, 1998.

Dodgson, M.: “The Future for Technological Collaboration”, *Futures* 24 (5) (1992): 459-470.

Dominguez, J., J.: “Política de ciencia y tecnología en Canadá”, *Espacio-abierto* 5 (3) (1996): 443-455.

Edvinsson, L., Malone, M.: *El capital intelectual*, Barcelona, Gestión 2000, 1999.

Eliasson, K.: “Policies for Science: The Case of Sweden”, *Technology in Society* 14 (1): 109-116.

Elzinga, A., Jamison, A.: (1995), Changing policy agendas in Science and Technology, en S. Jasanov et al., *Handbook of Science and Technology Studies*, Thousand Oaks, Londres, Sage, 572-597.

23 (4) (1996): 229-240.

Hawthorne, E. P.: *The Management of Technology*, Londres, McGraw-Hill, 1978.

Hicks, D., Katz, J. S.: "Science Policy for a Highly Collaborative Science System", *Science and Public Policy* 23 (1) (1996): 39-44.

Hill, S.: "Basic design principles for national research in developing countries", *Technology in Society* 9 (1) (1987): 63-73.

Hill, S., Turpin, T.: "The formation of research centres in the Australian research system", *Science and Technology Policy* 6 (5) (1993).

Hill, S.: "Globalization or Indigenization: New Alignments between Knowledge and Culture", *Knowledge and Policy* 8 (2) (1995): 88-112.

Jacob, M., Elzinga, A.: "Introduction: Changing Trends in Science Policy", *Science Technology and Society* 1 (2) (1996): 209-224.

Jasanoff, S.: *The Fifth Branch: Science Advisers as Policymakers*, Harvard, Harvard U. P., 1994.

Kharbanda, V. P.: "Reforming Science and Technology System in China, 1985-95", *Science Technology and Society* 1 (1) (1996): 145-156.

Jasinski A. H.: "Science and Technology Policy and Changes in Polish Industry in the Transition", *Science and Public Policy* 21 (3) (1994): 188-192.

Kaukonen, E.: "National and International Aspects of Science: Small Country Specifics and Problems", Conferencia de la International Sociological Association (ISA), 1994.

- Kazancigil, A.: "Governance and Science: Market-Like Modes of Managing Society and Producing *International Social Science Journal* 50 (1) (1998): 69-79.
- Khondker, H. H.: "Role of Science Policy in Singapore's Development", Conferencia de la International Sociological Association (ISA), 1998.
- Kreimer, P.: "Science and Politics in Latin America: The Old and the New Context in Argentina", *Science Technology and Society* 1 (2) (1996): 267-289.
- Kuhn, T. S.: *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica, 1975.
- Laredo, P.: "Structural Effects of EC RT & D Programmes", *Scientometrics* 34 (3) (1995): 473-487.
- Lee, C. O.: "Stages of Economic Development and Technology Policy: The Experience of Korea", *Science and Public Policy* 18 (4) (1991): 219-224.
- Leydesdorff, L., Etzkowitz, H.: "Emergence of a Triple Helix of university-industry-government *Science and Public Policy* 23 (5) (1996): 279-286.
- Mairesse, J., Sassenou, M.: *R&D and Productivity: A Survey of Econometric Studies at the Firm Level*, París, OCDE, 1991.
- Majó, J.: "Les noves tecnologies i les ciutats", Conferencia realizada en Granollers, 24 de febrero de 1999.
- Nelson, R.: *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford U. P., 1993
- Nesvetailov, G.: "Center-Periphery Relations and Transformation of Post-Soviet Science" *Knowledge and Policy* 8 (2) (1995): 53-67.
- OCDE: *Science, Technology and Industry. Scoreboard of Indicators*, París, 1997.
- Pereira, T. T. S.: "Uma análise do impacto das políticas europeias na colaboração internacional em investigação científica em Portugal e no Reino Unido" *Análise Social* 31 (1) (135) (1996): 229-265.
- Rip, A., Hagendijk, R.: "Implementation of science policy priorities", Science Policy Support Group Concept Paper no. 2 (1988), Londres.
- Rip, A., Van der Meulen, B.: "The Post-Modern Research System", *Science and Public Policy* 23 (6) (1996) : 343-352.
- Rothwell, R.: "Development towards the fifth generation model of innovation". *Technology Analysis and Strategic Management* 1 (4) (1992): 73-79.
- Rosenberg, N.: *Dentro de la caja negra: tecnología y economía*, Barcelona, La Llar del Llibre, 1993.
- Rouban, L.: "La Science et la technologie: politiques publiques", 40 (1) (1990): 73-96.
- Ruivo, B.: "Phases and paradigms of science policy?" *Science and Public Policy* 21 (3) (1994): 157-163.

- Sagasti, F. R.: "Science and Technology Policy Research for Development: An Overview and Some Priorities from a Latin American Perspective", *Bulletin of Science Technology and Society* 9 (1) (1989): 50-60.
- Salomon, J.: (1977). Science policy studies and the development of science policy, en Spiegel, I., Price, D. J. S. (eds.): *Science, Technology and Society*, Londres, Sage, 1977, 43-70.
- Sanz, L., Santesmases, M. J. (comps): "Ciencia y Estado", *Zona Abierta* 75/76 (1996): 1-212.
- Sanz, L.: *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939-1997*, Madrid, Alianza, 1997.
- Schumpeter, J. A.: *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, Londres, McGraw-Hill, 1939.
- Schumpeter, J. A.: *The Theory of Economic Development*, Boston, Harvard U. P., 1934.
- Schmookler, J.: *Invention and Economic Growth*. Boston: Harvard U. P., 1966.
- Shrum, W., Beggs, J. J.: "Methodology for Studying Research Networks in the Developing World: Generating Information for Science and Technology Policy", *Knowledge and Policy* 9 (4) (1997): 62-85.
- Storer, N.: "The coming changes of American science". *Science* 142 (1963): 464-467.
- Sutz, J.: *Universidad, producción y gobierno: encuentros y desencuentros*, Montevideo, Trilce, 1996.
- Vitarana, T.: "Formulating an S&T Policy for Sri Lanka in the Context of Globalisation", *Science Technology and Society* 1 (2) (1996): 249-266.
- Vonortas N. S.: "New Directions for US Science and Technology Policy: The View from the R&D", *Science and Public Policy* 22 (1) (1995): 19-28.
- Weiss, C., Passman, S.: "Systems of Organization and Allocation of National Resources for Scientific Knowledge", *Knowledge* 13 (2) (1991): 102-149.
- Wheale, P., McNally, R.: "Biotechnology Policy in Europe: A Critical Evaluation", *Science and Public Policy* 20 (4) (1993): 261-279.
- Winsley P., Hammond, L.: "Policies for Transforming the Science and Innovation System in New Zealand", *Prometheus* 15 (2) (1997): 267-278.
- Yearley, S.: "From One Dependency to Another: The Political Economy of Science Policy in the Irish Republic in the Second Half of the Twentieth Century", *Science Technology and Human Values* 20 (2) (1995): 171-196.
- Ziman, J.: "Academic science as a system of markets" *Higher Education Quarterly* 45 (1) (1991).