
presentación

IX

INFORMES, MANIFIESTOS Y PACTOS DE ESTADO, POR LA CIENCIA

En un número monográfico dedicado a la «tecnología biomédica» no parece, al menos, descabellado dedicar su presentación a la investigación científica y tecnológica; específicamente en nuestro País. Por su parte, escribe José Manuel Sánchez Ron ¹: «...Y es que, si hay cambios necesarios, ciertamente uno de ellos tiene que ver con la promoción de la investigación científica».

Constituye hoy un principio aceptado plenamente que el desarrollo del conocimiento científico y su aplicación tecnológica son factores esenciales para la calidad de vida de los ciudadanos, el progreso económico y el prestigio internacional de las naciones. Desarrollo y calidad de vida de los que toman parte la salud, el ambiente, la energía, los recursos naturales, la seguridad y la cultura. Y a la necesaria actuación política para la potenciación de estas actividades han de ir encaminados los sistemas nacionales de orientación, programación y evaluación de la investigación científica y del desarrollo tecnológico. La ciencia, sin embargo, se ha desarrollado tradicionalmente en España de forma marginal, carente de apreciación social y ajena a los marcos tanto de la cultura ciudadana como de la cultura política y empresarial; quizá, como inmediata consecuencia de su gran desatención institucional y de la falta de condicionamientos económicos.

La Carta Magna de 1978 le dedica varios preceptos; así, el Art. 44.2 declara que los poderes públicos promoverán la ciencia y la investigación científica y técnica en beneficio del interés general. Por su parte, la Ley 13/1986, de 14 de abril, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica incluye, entre otros, programas sectoriales de titularidad estatal, programas de las Comunidades autónomas que en razón de su interés pudieran ser incluidos en el Plan nacional y programas nacionales de formación del personal investigador. Más tarde, el Real Decreto 557/2000, de 27 de abril, supuso un giro sustancial al crearse el Ministerio de Ciencia y Tecnología como responsable, entre otras cosas, de la política científica y tecnológica. Con todo, veinticinco años de Constitución no lograron una reconstrucción satisfactoria del campo de la política de ciencia y tecnología, con tensiones entre ambos factores, con desa-

Presentación

x

venencias políticas y organizativas entre la planificación estratégica y la ejecución funcional, con manifiesta debilidad de diversos sectores y su relación, sobre todo, con problemas sin resolver en la coherencia nacional, y sin una educación científica social en todos sus estamentos.

Por ello, de vez en vez, el colectivo de científicos «levanta» su voz para reclamar la atención de sus gobernantes. El primer «documento» vio la luz en el año 1980; luego, tres versiones más. La última, el llamado «pacto de estado para la ciencia». A excepción del primero, sólo se recogieron firmas de investigadores del sistema de ciencia y tecnología; no se contó con representantes del resto de la sociedad, cuando debiera ser ella, si en verdad cree en su valor, quién reclamara mejor y más ciencia. En ningún caso se provocó la respuesta perseguida. Ello hace que las diferentes proclamas remedeen actos mendicantes de un colectivo concreto, en vez de representar posturas de interés social.

El tema principal en la disputa suele girar en torno al porcentaje del PIB que debe destinarse al sistema de I+D. Aunque alejado de las cifras que invierten países de nuestro entorno, la inversión por sí sola no es el verdadero cuello de botella de nuestro sistema científico-tecnológico. El fracaso de la política de personal, la ausencia de una gestión de los fondos y, sobre todo, la penuria de transferencia de tecnología constituyen, junto con la escasa financiación, el meollo de nuestro tradicional lastre en la arena de la competitividad internacional. Cualquier incremento en la financiación – que por supuesto es urgente - debe ir de la mano de una conversión conceptual y pragmática: el «gasto» debe ser «inversión». Y la inversión exige retornos; la única manera de sanear nuestra balanza comercial. Otros ingredientes, también escasos, son el riesgo y la ambición, o iniciativa y espíritu de empresa.

Pero la ciencia y la tecnología exigen para su cultivo un campo bien abonado y que no es otro que la adecuada formación científica de los ciudadanos; sólo así se generará la confianza necesaria en el sistema. Sobre la base de todo ello se ha ido gestando una preocupación creciente, compartida por numerosos comités y comisiones nacionales y por amplios sectores de la ciudadanía, para que los mundos científico-técnico y profano se acerquen un poco más. Preocupación que, de manera destacada, ha recogido y liderado la American Association for the Advancement of Science que, en su Proyecto 2061: Ciencia para todos los Americanos², recomienda que una de las premisas fundamentales en dicho proyecto no es enseñar más contenido, sino definir qué es esencial para conseguir una alfabetización científica. El Proyecto 2061 se sustenta sobre la idea de que un ciudadano, de cara al futuro próximo, estará adecuadamente formado

Presentación

XI

cuando, a la par de dominar su lengua, sea consciente de que la ciencia, las matemáticas y la tecnología, con sus pros y sus contras, van de la mano de la iniciativa humana; cuando comprenda los principios y los conceptos fundamentales de la ciencia; cuando esté familiarizado con el mundo natural y en el que reconozca, a la vez, su diversidad y su unidad, y cuando utilice el conocimiento y el método científicos de razonamiento con fines personales y sociales. El Consejo Nacional que elaboró el Proyecto hizo hincapié, machaconamente, en que «la trascendencia de lograr la alfabetización científica global [de la Nación] de cara a las futuras generaciones justifica la educación universal pública en una sociedad libre». La responsabilidad social y el valor intrínseco del conocimiento son los criterios que guían la acción. Acción que, en diversos entornos, ha cuajado en la forma de distintos modos de promoción, difusión o divulgación de la cultura o del conocimiento científico. Forma y modos que responden, de pleno, a ese movimiento denominado alfabetización científica (science literacy); un escalón más allá del alfabetismo funcional.

David Weatherall, profesor de Medicina en Oxford, comenta: «El papel, cada vez más importante de la ciencia y lo complicado de los factores sociales y éticos asociados [a su aplicación], que orientarán la capacidad para determinar el futuro, exigen de todos nosotros una mayor preparación científica. Los políticos deben comprender los rudimentos de la evidencia científica y la sociedad, en su conjunto, debe estar suficientemente informada para poder participar en el debate de las complejas repercusiones que, continuamente, derivan del avance de la investigación [científica]. Esta sensibilidad hacia el conocimiento debe comenzar en la escuela, donde la formación científica debe ocupar un lugar relevante»³.

Incluyo a continuación y como recapitulación del «movimiento» de los científicos españoles en los últimos veinticinco años, los «manifiestos» elaborados hasta ahora por tal colectivo. El primero – Manifiesto de los científicos españoles ante la situación de la investigación en el País - se presentó en sociedad en octubre de 1980. Lo suscribieron un centenar de científicos de todas las ramas de las ciencias experimentales, y tuvo un importante valor añadido: un premio Nobel y el presidente de la entonces entidad líder de la banca española, estamparon su firma en él. En septiembre de 1983, la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales elaboró un Informe sobre Política de la Ciencia y la Tecnología. Habrían de pasar trece años –agosto de 1996– para que los científicos españoles despertaran de su letargo. Dieciséis científicos suscribieron el Manifiesto de El Escorial sobre la Ciencia Española. Y ocho años más tarde –febrero 2004– once científicos, todos ellos del campo de la Biología Mole-

Presentación

XII

cular, hicieron público, poco antes del inicio de la campaña electoral, el Pacto de Estado por la Ciencia. Todos los escritos estuvieron abiertos a la adhesión de todos aquellos que quisieron refrendarlos.

Por su parte, los ejecutivos de dieciséis de las compañías tecnológicas líderes de EE.UU. firmaron un documento urgiendo al Gobierno, en un momento de recortes presupuestarios, continuar con el tradicional apoyo a la investigación académica básica y aplicada. El manifiesto, en el que no aparece la firma de científico alguno, apareció en el *Washington Post*, el día dos de mayo de 1995, con el título «A Moment of Truth for America». Su reproducción, al final de esta Presentación, reconoce la confianza de un país en su sistema de ciencia y tecnología: «Cuando el Congreso de la Nación resuelve sobre la investigación académica está decidiendo nuestro futuro». Finalmente y en relación con la formación científica de los ciudadanos, se incluye un texto presentado a la Comisión de educación del Senado.

MANIFIESTO DE LOS CIENTÍFICOS ESPAÑOLES ANTE LA SITUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN EL PAÍS (Octubre 1980)

La situación de la ciencia en España es indigna de un país desarrollado y celoso de su independencia. La política científica, uno de los grandes descubrimientos institucionales de los estados modernos, es parte esencial de la política general, tan importante como la económica, la educativa, la internacional o de defensa. Por ello, es desalentadora la falta de atención del gobierno y de las fuerzas políticas y económicas del país a esta realidad. Con una torpe visión del futuro, hemos postergado los aspectos creativos de la investigación a un pragmatismo a corto plazo, propio de una sociedad de tipo colonial.

Por dignidad intelectual, por el prestigio de nuestro país y por responsabilidad hacia generaciones venideras esta situación debe cambiar. Los científicos españoles reclamamos nuestro derecho y asumimos nuestra responsabilidad de hacer una ciencia mejor y más útil para el país, y pedimos a los administradores del Estado que asuman la suya de facilitar los medios adecuados para el desarrollo de nuestra investigación.

El esfuerzo que haga el país para este desarrollo sólo será justificable si los resultados que se obtengan en ciencia y tecnología son competitivos internacionalmente. La tecnología, para ser competitiva, tiene que ser original y, dada su complejidad, ello requiere el contacto directo y continuo

Presentación

XIII

con los múltiples aspectos de la investigación básica. No es posible producir tecnología competitiva sin apoyarse en un fuerte desarrollo de la ciencia básica.

Una medida del esfuerzo a realizar a plazo medio puede obtenerse por comparación con el de los países de la Comunidad Económica Europea. Sin embargo, la inversión inicial necesaria para estar en condiciones de alcanzar el grado de desarrollo de estos países es pequeña, en términos absolutos y comparada con la de otras empresas nacionales. Y además, debe hacerse inmediatamente, pues nuestro retraso, el deterioro de nuestras instituciones científicas, la desmoralización de nuestros investigadores y la pérdida de los más jóvenes aumenta cada día.

Para potenciar la investigación, nuestro país necesita una universidad científica. Los departamentos universitarios tienen que ser centros de investigación, con una ponderada dedicación a la tarea de formación de profesionales y a la investigación. Además, dada la complejidad de la investigación actual es preciso renovar y potenciar los organismos de investigación existentes (CSIC, JEN, INIA, etc.) y crear otros nuevos.

Nuestro país difícilmente alcanzará un desarrollo cultural y material equilibrado y un mínimo de independencia si no entendemos que el progreso se basa esencialmente en el conocimiento. Los administradores del Estado tienen que ser conscientes de la necesidad de impulsar nuestra investigación y de la responsabilidad histórica que tienen en esta empresa.

Madrid, octubre 1980

**REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS
Y NATURALES**
COMISIÓN DE POLÍTICA CIENTÍFICA
**INFORME sobre «POLÍTICA DE LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA» (Septiembre 1983)**

«INTRODUCCIÓN

Entre las misiones que los Estatutos de la Real Academia de Ciencias asignan a esta corporación destaca la de «asesorar al Gobierno en los temas de su competencia, singularmente en los de política científica que puedan tener trascendencia en el desarrollo científico y tecnológico del País».

El momento parece especialmente indicado para hacerlo por la importancia de la investigación científica y técnica para el desarrollo del País y

Presentación

XIV

por la necesidad ampliamente reconocida de potenciar y adaptar nuestro actual sistema científico y tecnológico a los requerimientos que de ello se derivan.

Reconociéndolo así, esta Real Academia se ha ocupado detenidamente de la cuestión a lo largo de varias sesiones, en las que fueron invitadas a participar personalidades de la Investigación y de la Industria, con el propósito de redactar el presente Informe.

En él se expone al Gobierno, en cumplimiento de lo previsto en el Artículo 3º de sus Estatutos, el punto de vista de la Corporación sobre los aspectos fundamentales de una política global y sostenida para la Ciencia y la Tecnología, sin hacer referencia al tratamiento concreto que pueda darse a los mismos, cuestión ajena a la competencia de la Academia.

Con ello la Academia desea colaborar a la resolución de este problema de reconocida importancia para el País y que tan directamente se relaciona con los fines de la Corporación.

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS

1. El volumen de los recursos humanos y económicos que el País tiene que consagrar a las actividades científicas y tecnológicas, así como los efectos que deben esperarse de sus resultados en cuanto al progreso del conocimiento, el desarrollo económico, el bienestar social y la cooperación internacional, han imperado que aquellas actividades se planifiquen y organicen de acuerdo con las directrices y objetivos de una política nacional para la Ciencia y la Tecnología:

La insuficiencia en esta política ha tenido efectos negativos en la orientación, el desarrollo y los resultados de la actividad científica y tecnológica del País, por lo que es de la mayor importancia remediar urgentemente esta deficiencia básica.

Para ello debe tenerse presente que solamente si se combina un gran impulso al sistema con una política claramente definida, dotada de la continuidad y el apoyo necesarios, podrán conseguirse resultados capaces de transformar en la medida requerida, y a escala nacional, la insatisfactoria situación actual de la investigación científica y el desarrollo tecnológico del País.

2. La investigación científica y tecnológica y sus resultados guardan estrecha relación con casi todas las actividades de los sectores público y privado. Por ello, la Política de la Ciencia y la Tecnología debe establecerse a nivel gubernamental e insertarse en el conjunto de la política socioeconómica nacional.

Presentación

xv

3. *Asimismo debe abarcar unitaria y coordinadamente, al nivel de establecimiento de la política, todo el amplio espectro de las actividades científicas y tecnológicas que la integran, sin perjuicio de los tratamientos específicos que requiera su ulterior aplicación por razones sectoriales o de modalidad.*

4. *Para que esta política resulte efectiva, su punto de partida debe basarse sólidamente en el conocimiento y la valoración realista del importante potencial científico y tecnológico existente, cuya reorientación y desarrollo considerable han de proporcionar los instrumentos para la ejecución de aquella.*

5. *La Política para la Ciencia y la Tecnología debe fijarse y mantener unos objetivos claros y asequibles que respondan a las necesidades del País tanto en el orden interno como en las materias de cooperación internacional.*

Un objetivo básico y permanente de esta Política debe consistir en asegurar el grado de coordinación satisfactorio entre todos los organismos y recursos del sistema científico y tecnológico, así como entre éste y el sector productivo donde las contribuciones de aquel han de encontrar aplicación.

6. *Estos objetivos deben instrumentarse en una planificación coherente con la del desarrollo socioeconómico que permita determinar y orientar a lo largo del tiempo la magnitud del esfuerzo aplicado por el País a las actividades científicas y tecnológicas, y valorar sus resultados.*

La planificación debe estar dotada de la flexibilidad y la continuidad requeridas por la naturaleza de las actividades científicas y tecnológicas, y contener elementos de articulación y coordinación de todo el sistema.

7. *Por último, para que esta política no se malogre, quedando limitada a una declaración de principios o a un esfuerzo momentáneo, tiene que asegurar la dotación continua y progresiva al sistema científico y tecnológico de la organización, la normativa y los recursos humanos, materiales y económicos necesarios para poder conseguir los objetivos propuestos.*

CAPÍTULO II. ESTRUCTURA

1. *El sistema científico y tecnológico del País cuenta con unos cuadros profesionales y con organismos y centros de gran valía y acreditada experiencia. Su conjunto proporciona la base para llevar a cabo la potenciación y la reestructuración necesarias para alcanzar los objetivos establecidos por la Política para la Ciencia y la Tecnología.*

Presentación

XVI

2. *De acuerdo con lo que se indica en el apartado 2 del Capítulo 1, la estructura del sistema, cuya misión es la de servir a las necesidades del País, debe quedar integrada en el conjunto de las estructuras política, socioeconómica y tecnológica de toda la Nación.*

3. *La estructura del sistema tiene que disponer de los organismos y recursos necesarios que permitan identificar y valorar los objetivos de la Política para la Ciencia y la Tecnología que debe establecer el Gobierno a fin de: a) determinar y aplicar las acciones y los recursos necesarios para desarrollar cada objetivo; b) llevar a cabo los trabajos de investigación, desarrollo y asistencia técnica que constituyen la actividad específica de la ciencia y la tecnología; c) valorar los resultados e introducir las modificaciones adecuadas.*

4. *Asimismo la estructura del sistema debe asegurar la eficaz coordinación entre todos sus componentes, de acuerdo con lo que se indicó en el Epígrafe nº 5 del Capítulo precedente, y la presencia en los órganos colegiados de asesoramiento y gestión de representantes de la Administración, del personal investigador y del sector económico, sobre la base de experiencias pasadas que han acreditado su eficacia.*

Un hecho nuevo que debe merecer especial atención a este respecto es el de la coordinación entre las actividades nacionales y las de los diversos entes autonómicos.

5. *La nueva estructura del sistema de investigación debe disponer en primer lugar de un órgano de decisión a nivel gubernamental, que establezca en conjunto la Política Científica y Tecnológica adecuada a las necesidades del País, aporte los medios requeridos para desarrollarla y supervise su ejecución y resultados.*

Dicho órgano, que hoy no existe, debe contar con un soporte profesional adecuado que asegure la disponibilidad de los estudios y asesoramiento necesarios para fundamentar sus decisiones y permita efectuar el seguimiento y valoración de las mismas.

La ausencia de este primer nivel en la estructura del sistema ha condicionado negativamente la actividad científica y tecnológica, dando lugar a que se desarrollara en forma descoordinada y en gran medida espontánea, a falta de directrices y programas que la orientasen a objetivos definidos de interés nacional.

6. *Asimismo la estructura del sistema de investigación debe contar, en un segundo nivel, con órganos encargados de la promoción, financiación y seguimiento de la actividad investigadora en las áreas de su competencia respectiva, tales como la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial.*

Presentación

XVII

Estos órganos han realizado una labor de gran valía en la promoción y orientación de la investigación española en los sectores público y privado, canalizando los recursos hacia los centros de trabajo y los programas de interés, controlando su empleo y promoviendo iniciativas. Por ello su incorporación y adaptación a las tareas de estudio, ejecución y seguimiento debe formar parte de la revisión y puesta a punto de la estructura del sistema.

7. Por último, el tercer nivel corresponde a los centros donde se llevan a cabo los trabajos de investigación. Las cátedras y departamentos de las universidades, los institutos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, los organismos públicos de investigación de los diversos Ministerios, las asociaciones y los centros de investigación de las empresas, etc.

Si bien las condiciones individuales varían considerablemente de un caso otro, la mayoría de tales centros tendrán que experimentar una profunda transformación para adaptarlos a la misión que debe corresponder a cada uno, de acuerdo con los objetivos de la política científica y tecnológica.

8. En el caso de la Universidad, aunque su principal problema es la manifiesta insuficiencia de recursos para la investigación, y sin perjuicio del carácter eminentemente libre de aquella, la reestructuración debe promover la formación de agrupaciones operativas de mayor dimensión que las actuales, que permitan abordar temas de mayor envergadura sobre todo en áreas de interés especial para los objetivos de la política científica.

Por otra parte la normativa vigente debe revisarse para flexibilizar y promover la colaboración de los núcleos investigadores universitarios con los organismos públicos de investigación y con las empresas, al objeto de fomentar la eficaz utilización de las capacidades disponibles y la coordinación entre los diversos sectores del sistema.

9. La reestructuración de los organismos públicos de investigación dependerá en gran medida de los objetivos que establezca la Política para la Ciencia y la Tecnología. Es de prever la necesidad de crear algunos centros nuevos, junto a la potenciación de otros ya existentes, así como a la concentración y reconversión de algunos que resultan inviables o innecesarios en su actual configuración.

Las normas de funcionamiento y los reglamentos de los centros deben adaptarse más eficazmente a las peculiaridades de la actividad científica y tecnológica, eliminando obstáculos injustificados. En particular deben potenciarse las tareas de dirección y concederse especial atención a las de programación, seguimiento y difusión de los trabajos propios de cada organismo.

Presentación

XVIII

10. *En el sector empresarial, aún cuando la investigación y el desarrollo cooperativos tienen limitaciones propias conocidas, las Asociaciones de Investigación, de las que ASINEL en el campo de la energía eléctrica es un ejemplo, han acreditado frecuentemente ser instrumentos eficaces que deben ser fomentados.*

Análogamente debe agilizarse al máximo la gestión de los problemas de orden administrativo y económico a que dé lugar la cooperación entre las empresas, los organismos públicos de investigación y las universidades.

CAPÍTULO III. PLANIFICACIÓN

1. *La complejidad de la actividad científica, y tecnológica en su dimensión global, la continuidad necesaria para producir resultados significativos y la magnitud de los recursos humanos y materiales que moviliza, exigen que aquella se ajuste a las pautas de una planificación bien definida, flexible y periódicamente revisada.*

La continuidad de la planificación plurianual en cuanto a objetivos, programas y recursos es, indudablemente, un factor de gran utilidad para la eficacia de la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

Por el contrario, la ausencia de una planificación realista y sostenida ha ejercido un efecto negativo en el desarrollo de la actividad científica y tecnológica, al igual de lo que se dice en el apartado 1 del Capítulo I para la política que la fundamente.

Inherente a la existencia de una planificación es la función de su seguimiento y valoración, así como la de su adaptación a la evolución de las condiciones, tareas que deben desarrollarse en estrecha relación con la de planificación.

2. *Al igual que la Política para la Ciencia y la Tecnología, la planificación que le dé forma debe extenderse a todo el conjunto de las actividades científicas y tecnológicas y ser coherente con los fines y medios de la planificación socioeconómica del País, así como con los objetivos propios de aquella Política.*

3. *Por todo ello, debe establecerse el Órgano del primer nivel de la estructura del sistema a que se hace referencia en el apartado 5 del Capítulo 11. Sin perjuicio, naturalmente, de que los organismos y centros de los restantes niveles, cuyas propuestas y recomendaciones habrán servido de base para la planificación global, desarrollen sectorialmente la correspondiente a cada uno, en conformidad con las directrices de aquella.*

Presentación

XIX

Para ello, cada entidad debe llevar a cabo la planificación y seguimiento adecuados. En términos generales existen en la actualidad el personal y los conocimientos necesarios para desarrollar estas actividades.

4. El punto de partida de la planificación hacia el futuro es el potencial científico y tecnológico existente. Su desarrollo y reconversión, de acuerdo con los objetivos previstos, es una función de la planificación que debe efectuarse a un ritmo compatible con la realidad y con la eficaz utilización de los medios y recursos humanos y de experimentación.

Entre los recursos humanos debe tenerse en cuenta la necesidad del personal técnico y auxiliar que requiere la investigación científica actual, remediando con ello una situación deficitaria.

5. Uno de los factores más decisivos de las actividades de investigación y desarrollo es la creatividad, cuyas manifestaciones se ajustan mal a normas rígidas y deben favorecerse sin reservas cuando surgen. Por otra parte el riesgo es asimismo un factor inherente a aquellas actividades. Ambos factores deben ser tenidos en cuenta para la planificación de la investigación científica y tecnológica, que por ello no puede alcanzar la precisión y el detalle propios de otros campos.

En especial debe evitarse que el nuevo tratamiento de las actividades científicas y tecnológicas, al orientarlas a objetivos definidos, asfixie las iniciativas libres de investigadores o grupos singularmente capacitados, cuyas contribuciones suelen tener un gran efecto a largo plazo en el comportamiento y los resultados de todo el sistema. Por el contrario es necesario que la política y la planificación presten la debida consideración a este aspecto del sistema, potenciándolo y proporcionándole soluciones.

6. La aplicación de medios y recursos al desarrollo de programas concretos, debidamente valorados y con un seguimiento regular de su evolución, como vienen haciendo con éxito manifiesto algunos órganos del segundo nivel del sistema, tales como la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial ya mencionados, constituyen un instrumento de planificación muy eficaz.

En particular, la adopción de grandes programas o de programas especiales al servicio de los objetivos nacionales, en lugar de ser como hasta ahora un instrumento atípico, debe convertirse en un integrante básico de la planificación científica y tecnológica, al que se aplique una fracción importante del esfuerzo total.

Los programas de investigación y desarrollo concertados con el sector productivo y los que además se coordinan con centros públicos de investigación constituyen manifestaciones especiales muy útiles del método general de la planificación por programas.

Presentación

xx

7. Además tales programas resultan un poderoso instrumento de coordinación entre los diversos integrantes del sistema científico y tecnológico, de acuerdo con lo que se indica en el apartado nº 5 del Capítulo II, si se promueve su máxima participación en ellos.

8. Por último, la planificación debe incluir asimismo los aspectos y requerimientos de la corporación internacional cuyas características propias se consideran en el Capítulo VI.

CAPÍTULO IV. PERSONAL INVESTIGADOR

1. El personal investigador no puede improvisarse, su formación requiere muchos años. El incremento del número de investigadores supone, en primer lugar, una decisión política en cuanto a la expansión de dicho personal en el futuro y a su distribución en las diferentes áreas científicas y tecnológicas. En segundo lugar se precisa el mantenimiento sostenido durante lustros de los mecanismos de selección y formación, evitando cambios de orientación relacionados con los cambios de Gobierno de la Nación.

2. La selección del personal investigador no es difícil si se encarga de ello a profesores e investigadores maduros y equilibrados, que existen en número suficiente en todas las áreas. El primer paso universalmente aceptado- consiste en la concesión de becas a licenciados e ingenieros para que obtengan el grado de doctor. Para la selección de estos becarios predoctorales deben tenerse en cuenta, además del expediente académico, los siguientes elementos de juicio:

- a) informes confidenciales de sus profesores
- b) impresión obtenida de una entrevista personal
- c) opinión del director del grupo en que haya de integrarse el becario.

Se tomará en consideración el interés del área de trabajo a la que haya de dedicarse la actividad del becario. Es deseable la confirmación de la beca o su cancelación al cabo de un año de trabajo del becario, aunque es claro que este trámite es muy difícil en condiciones de escasez de empleo.

3. La formación del personal investigador es un proceso que puede dividirse en tres etapas. La primera suele consistir en la preparación de una tesis doctoral, a que se ha hecho referencia en 2. Una vez conseguido el grado de doctor conviene la estancia del futuro investigador durante un tiempo limitado en otro centro distinto, nacional o extranjero, para ampliar conocimientos en ambientes diferentes. Finalizada esta etapa satisfactoriamente, procede su reinserción en el grupo de origen u otro afín, con una beca postdoctoral previamente garantizada. La duración de esta beca debe ser la adecuada para que el investigador ya formado pueda conse-

guir su estabilización profesional y no se pierda la capacitación adquirida ni se malogra su vocación.

4. La estabilización profesional del investigador se alcanza por el acceso a plazas fijas en la enseñanza o en los organismos públicos de investigación o bien por la contratación en empresas públicas o privadas. La vía contractual en el sector público no se considera satisfactoria.

5. La promoción de los investigadores o de los docentes-investigadores supone una estructura de plantillas adecuada y requiere unos mecanismos de evaluación. El primer aspecto exige una modificación periódica de las plantillas de personal docente o investigador que no presenta dificultad técnica especial. La evaluación de la labor investigadora es por el contrario muy difícil, a lo que se une con frecuencia la necesidad de comparar tareas heterogéneas. Los esquemas que se usan habitualmente son imperfectos y pueden distorsionar la propia labor investigadora. Por otra parte contribuciones importantes a la Ciencia o a la Tecnología no garantizan la idoneidad del investigador para otros puestos con responsabilidad diferente. En todo caso parece que la promoción salarial no debe ir necesariamente ligada a la promoción jerárquica.

6. La movilidad del personal, tanto dentro de una misma institución como entre organismos públicos de investigación y entidades docentes, es deseable para obtener un rendimiento óptimo del científico en cada momento de su vida. La tarea principal de aquellos organismos es la investigación y sólo de forma secundaria algún tipo de docencia. Las universidades, orientadas principalmente a la docencia, comparten esta actividad con la investigación. Estas peculiaridades de ambos tipos de instituciones deben mantenerse dada la distinta naturaleza de sus funciones.

7. El rendimiento en la investigación científica varía con la edad y tiende a disminuir a medida que ésta aumenta, mientras se perfeccionan otras cualidades, como la prudencia, o se acumulan aquellos conocimientos no transmisibles que conocemos con el nombre de experiencia. Parece evidente por lo tanto que la utilización óptima del personal científico implica que sus tareas específicas evolucionen a lo largo de su vida activa. Los investigadores de más edad deben cumplir funciones de gestión, planificación, evaluación y asesoramiento para las cuales son particularmente idóneos.

CAPÍTULO V. FINANCIACIÓN

1. No se conoce con exactitud el volumen total de los recursos financieros que el País consagra al conjunto de las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico.

Presentación

XXII

En todo caso, el índice que suele darse como indicación de ese volumen, es tan inferior a los que destinan a estas actividades los países desarrollados que la diferencia constituye una medida muy expresiva del gran esfuerzo que debe realizarse en este sentido como continuación del que se ha efectuado durante los últimos años, principalmente a través de algunos Fondos Nacionales.

Pero este esfuerzo económico debe hacerse con una mayor coordinación que en el pasado, y en forma coherente con el plan de reestructuración y desarrollo del sistema científico y tecnológico, para que los recursos se orienten al logro de los objetivos nacionales.

2. En el sector público el instrumento más fuerte para desarrollar la Política para la Ciencia y la Tecnología, en el sentido que se desee orientarla, es sin duda el presupuesto del Estado.

Por ello debe operarse con un presupuesto de investigación funcional, único y específico, es decir, que incluya todas las partidas consagradas a actividades de investigación y desarrollo y que lo haga en forma diferenciada del resto del presupuesto nacional.

Su cuantía debe establecerse a nivel gubernamental, por el organismo de primer nivel del sistema que se cita en el apartado nº 5 del Capítulo II, y su aplicación debe canalizarse a través de los organismos de segundo nivel y de los Departamentos Ministeriales con responsabilidades sectoriales en este campo.

Las normas para su utilización deben incorporar la flexibilidad requerida por la naturaleza propia de la actividad investigadora, incluida la existencia de programas plurianuales y de costo insuficientemente conocido de antemano, de acuerdo con lo que se indica sobre planificación en el apartado nº 5 del Capítulo III.

Su estructura debe ser tal que diferencie claramente las partidas correspondientes al normal funcionamiento de los centros, cuya insuficiente dotación es uno de los más graves problemas de la situación actual, a la reestructuración y desarrollo de la infraestructura investigadora del país y a los programas al servicio de los objetivos que se citan en el apartado nº 6 del Capítulo VI.

3. En las universidades las consignaciones presupuestarias para actividades de investigación no están definidas, y las disponibilidades son muy inferiores a los requerimientos mínimos necesarios para la supervivencia de los núcleos existentes. El déficit se salda mediante la apelación sistemática a los Fondos Nacionales o a contratos empresariales para el desarrollo de programas específicos.

Con ello se desvirtúa el verdadero objeto de tales recursos y se crea una situación de inseguridad permanente que incide negativamente en la capacidad investigadora de aquellos centros.

Por ello debe resolverse con urgencia esta situación anómala mediante la dotación de las consignaciones presupuestarias para investigación de las universidades a los niveles de sus necesidades reales, sin perjuicio de que sus departamentos participen además en programas específicos con financiación adicional para su desarrollo por encima de la actividad normal.

4. La mayoría de los organismos públicos de investigación se ven obligados a destinar la casi totalidad de sus recursos presupuestarios normales a gastos de personal, en un proceso de deterioro progresivo que tiende a limitar cada vez más su capacidad para desarrollar una actividad eficaz.

Como en el caso de las universidades la solución se ha buscado también en los Fondos Nacionales y otros recursos atípicos con análogos efectos.

Por ello también en este caso es necesario y urgente revisar los presupuestos ordinarios de tales organismos adaptándolos a sus necesidades reales.

5. Los Fondos Nacionales del segundo nivel del sistema, como el que administra la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, han aportado, especialmente durante los últimos años, una ayuda decisiva a la actividad investigadora.

Además su aplicación a proyectos definidos ha incorporado progresivamente modalidades de financiación que han permitido movilizar el potencial investigador del País, tanto en el Sector Público como en las Empresas, con resultados en general muy positivos al mismo tiempo que mejoraban la gestión de los recursos.

Pero la aludida insuficiencia de las consignaciones presupuestarias normales de las universidades y organismos públicos ha motivado las desviaciones mencionadas en los dos apartados precedentes, desvirtuando en parte el objeto de tales fondos cuyo destino debe adecuarse a los fines asignados a los mismos.

De otro lado la mayor parte de tales recursos se han destinado a programas seleccionados entre los que han propuesto los organismos investigadores y las empresas, de tal modo que sólo excepcionalmente y durante los últimos años los organismos que administran los fondos han promovido programas de investigación específicos por la ausencia de unos objetivos nacionales.

Presentación

XXIV

6. Finalmente por lo que se refiere al sector empresarial, como se expone en el Capítulo VII, ha faltado todo estímulo público para el desarrollo de una tecnología propia, lo que ha creado una situación de dependencia tecnológica exterior de gran debilidad y peligro.

Por ello el esfuerzo de financiación propia para actividades de investigación y desarrollo ha sido, en general, muy escaso y con mínima proyección en la innovación tecnológica nacional.

Los Proyectos concertados con organismos como la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, el Centro de Estudios de la Energía y otros se han acreditado durante los últimos años como instrumentos muy valiosos, pero a un nivel aún muy reducido) por lo que habrán de desarrollarse considerablemente para que su efecto se pueda sentir a nivel nacional, combinándolos con la incorporación de los programas que resulten de los objetivos que fije la Política para la Ciencia y la Tecnología.

Asimismo deben mejorarse con criterio muy abierto los estímulos fiscales y de toda índole que contribuyan a promover el difícil y complejo propósito de impulsar la innovación tecnológica del País.

CAPÍTULO VI. COOPERACIÓN INTERNACIONAL

1. La complicada red de instituciones implicadas en la cooperación internacional se cifra en unos 300 organismos internacionales sin contar con las responsabilidades que en estos aspectos corresponden también a casi todos los organismos de las Naciones Unidas. En España no existe un organismo único que coordine las relaciones con aquellas instituciones internacionales. Por ello las cuotas anuales de la participación española están subvencionadas por los más diversos organismos y frecuentemente ni siquiera se incluyen en los presupuestos estatales los fondos necesarios para ello. Por otra parte, hay casos en que España paga las cuotas anuales a los organismos internacionales y no envía ningún representante a sus reuniones ni tiene ningún tipo de relación con ellos, o su participación es muy limitada.

2. Los fondos que se destinan a la cooperación internacional están cifrados estadísticamente, en los países desarrollados, entre el 5 % y el 15 % del presupuesto total de investigación y desarrollo. Es difícil conocer el porcentaje español, a causa de la citada dispersión, pero los datos disponibles permiten prever que es sensiblemente inferior al 5 %. Por tanto también aquí se requiere potenciar sustancialmente el esfuerzo.

3. *Para ello, así como para remediar la actual dispersión, debe crearse un organismo único, multidisciplinario y de representación nacional, para lo que habrá de dotarse de la infraestructura y recursos necesarios así como de continuidad respecto de los cambios políticos. Este organismo podría ser el mismo a que se refiere el apartado 5 del Capítulo II o en todo caso estar íntimamente relacionado con él.*

Ello no excluye sino que facilita el funcionamiento de órganos de cooperación internacional en instituciones como las universidades y los organismos públicos de investigación.

4. *Entre las acciones prioritarias dentro de las relaciones internacionales cabe considerar las siguientes:*

- a) *Formación de graduados españoles en el extranjero siguiendo las directrices indicadas en el apartado 3 del Capítulo IV.*
- b) *Formación de extranjeros en España. Este tipo de acción debería potenciarse especialmente en el caso de Iberoamérica.*
- c) *Intercambio internacional recíproco de científicos ya formados, en general para trabajos de corta duración, si bien deben fomentarse también estancias más prolongadas como las que permite el año sabático del personal docente e investigador.*
- d) *Participación efectiva en los congresos, coloquios, etc. de carácter internacional.*
- e) *Participación en proyectos conjuntos internacionales bilaterales o multinacionales. Las tendencias actuales más frecuentes favorecen el que este tipo de proyectos de investigación sea para llevar a cabo cooperaciones internacionales temáticas, en las cuales se desarrollan proyectos de investigación comunes en temas específicos y concretos en líneas prioritarias mediante presupuestos, también comunes, de los organismos o países que participan en dichos proyectos.*

La principal dificultad radica aquí en elegir adecuadamente los temas prioritarios nacionales puesto que ello requiere una gran perceptibilidad del futuro para seleccionar los de vanguardia que sean, además, adecuados al esfuerzo económico; y a la capacidad científica propias donde puedan tener futuro aprovechamiento.

Sin perjuicio naturalmente del apoyo a los temas libres de investigación básica de gran importancia para las otras acciones de la cooperación internacional.

5. *Puesto que los organismos internacionales involucrados en la cooperación científica suelen tener una programación temática bien definida, ésta debe tenerse en cuenta al decidir nuestro País las instituciones*

Presentación

XXVI

internacionales a las que desea vincularse. La presencia de España en ellos, lo que implica unos gastos considerables, debe decidirse en función de la disponibilidad de, personal científico capacitado para una , participación efectiva en los correspondientes programas.

CAPÍTULO VII. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

1. La actual crisis económica internacional contiene factores estructurales que asignan a la innovación tecnológica una relevancia especial entre los esfuerzos necesarios para superarla.

Por ello la innovación tecnológica constituye hoy un aspecto fundamental de la política científica y tecnológica que recibe especial atención por parte de los gobiernos de los países industrializados así como en los organismos internacionales que se ocupan de estas cuestiones.

2. La situación española es particularmente grave en esta materia, como lo acreditan, entre otros datos, el exagerado déficit de la balanza de transferencia tecnológica y el reducido esfuerzo de innovación de nuestro sistema productivo.

Estos hechos, unidos a la insuficiente asimilación y adaptación de la tecnología adquirida así como a la procedencia de la mayor parte de la misma, crean una situación de gran riesgo ante la presión creciente de la competencia internacional, que es necesario prevenir mediante acciones decididas e importantes.

3. La industria española, con fácil acceso a la tecnología exterior, no se ha visto estimulada a desarrollar en escala suficiente la innovación tecnológica propia porque los riesgos y costos adicionales que ello comporta no han encontrado compensación en la actitud de la demanda de los sectores público y privado, habitualmente inclinados a basar sus adquisiciones en tecnologías de importación.

Por ello la primera y sin duda la más importante de las acciones requeridas es la de cambiar esta actitud de la demanda.

Para conseguirlo debe actuarse especialmente sobre las adquisiciones del sector público cuyo volumen económico, unido al contenido tecnológico de muchas de ellas (transportes, telecomunicaciones, energía, sanidad, defensa, etc.) y al efecto ejemplificador inducido, generan consecuencias de gran alcance y eficacia.

Para resultar efectiva esta acción debe establecerse a nivel gubernamental, como un objetivo básico de la Política para la Ciencia y la Tecnología, e instrumentarse en programas cuya planificación y difusión incorporen las posibilidades de innovación tecnológica nacional.

Presentación

XXVII

4. *Simultáneamente deben potenciarse los estímulos de carácter financiero, fiscal y otros para promover las actividades de investigación aplicada y desarrollo en el seno de las propias empresas a título individual y cooperativo, así como su colaboración con los organismos públicos de investigación y las universidades para corregir el gran distanciamiento presente.*

5. *Una acción de gran eficacia, comprobada por la experiencia de los últimos años, pero que es necesario potenciar mucho para lograr efectos suficientes, es la de los contratos de investigación concertada entre el sector público y las empresas para el desarrollo de programas, tanto de iniciativa empresarial como propuestos por la Administración, al servicio de los objetivos de interés nacional.*

La incorporación a los mismos de organismos públicos de investigación y departamentos universitarios, como en los programas coordinados, contribuye a promover muy eficazmente la colaboración mencionada en el apartado precedente.

6. *Por último la colaboración empresarial en programas de cooperación internacional, a menudo obligada por la magnitud o características de los mismos, es además un factor de gran estímulo a la innovación tecnológica nacional».*

Madrid, septiembre de 1983.

MANIFIESTO DE EL ESCORIAL SOBRE LA CIENCIA ESPAÑOLA (Agosto 1996)

«A S. M. el Rey,

Al Presidente del Gobierno,

A las Autoridades Científicas y Académicas de la Nación y

A la Opinión Pública

Los científicos abajo firmantes, participantes en las «Conversaciones Científicas» celebradas en los Cursos de Verano de la Universidad Complutense en San Lorenzo de El Escorial, considerando que:

1. *Desde la Ilustración del siglo XVIII la ciencia y la tecnología están íntimamente unidas a la buena fortuna de la empresa humana, pues la capacidad de entender y aplicar las leyes de la naturaleza es esencial para el progreso y la prosperidad de las naciones.*

2. *Pero en España no triunfó plenamente la Ilustración, agravándose así una carencia científica ya existente, lo que condicionó de modo muy negativo nuestra vida económica y política durante el siglo XIX y gran*

Presentación

XXVIII

parte del XX. Como resultado, hay una relación de causalidad muy directa entre esa carencia científica y nuestra situación desfavorable de riqueza relativa respecto a los países avanzados o en el seno de la Unión Europea. A ello se debe sin duda nuestra manifiesta incapacidad de corregir nuestras graves cifras de paro, ya que, para hacerlo, es necesario mejorar antes la eficacia y competitividad de las empresas en un mundo interdependiente que se basa cada vez más en la innovación tecnológica.

3. En los últimos 25 años la ciencia española ha experimentado un desarrollo muy fuerte, de manera que hoy tenemos un buen nivel en la mayoría de los campos, y grupos y figuras destacadas con contribuciones importantes en muchos. Pero se dan dos características que hay que conocer: 1) el número de investigadores por habitante sigue siendo muy bajo, menos que la mitad del de la Unión Europea, por ejemplo, y 2) la relación entre ciencia y tecnología, es decir, entre la ciencia y el mundo productivo es muy escasa. La ciencia básica ha crecido mucho más que sus aplicaciones prácticas, empeorando así en términos relativos el desequilibrio que ya existía.

4. Una consecuencia grave es el fuerte descenso en la clasificación mundial de la competitividad que estamos sufriendo estos años. Pues, mientras en España no se establezca una relación más fluida entre ciencia y sus aplicaciones, las empresas españolas estarán en desventaja frente a sus competidores extranjeros. Aceptar, como solución, que nuestra economía se base sobre todo en los servicios significaría renunciar a que España sea un país creativo en el seno de las naciones avanzadas e implicaría relegarnos, nosotros mismos, a un papel secundario y subalterno.

En 1975, el gran reto de España era acceder a las formas políticas habituales en las naciones democráticas; conseguimos hacerlo gracias a un esfuerzo colectivo lleno de ilusión. Pero, aunque necesarias, las formas políticas no son suficientes para integrar nos plenamente en el grupo de las naciones avanzadas. Es necesario también asegurar el futuro económico e industrial mediante una relación ciencia - tecnología que asegure la innovación y la competitividad de las empresas. Esto es así porque en el mundo de hoy sólo se puede competir o con salarios bajos o con capacidad de innovación tecnológica y España está obligada a seguir esta segunda vía si quiere evitar que su futuro corra un serio riesgo.

La situación exige cambiar algunos hábitos y actitudes característicos de la cultura española, lo que puede y debe hacerse manteniendo y potenciando el gran legado de nuestra tradición humanística. El desarrollo científico y tecnológico que proponemos no se basa en ningún enfrentamiento entre lo que se llama las dos culturas, sino, muy al contrario, en

una progresión conjunta que beneficie a las dos al hacer que se comprendan y complementen mejor. Pues creemos que insertar efectivamente la ciencia en nuestro mundo cultural, es una necesidad histórica que debe considerarse como el gran reto español del momento. Por todo ello,

MANIFESTAMOS

1. *El problema de la ciencia en España debe ser considerado como una cuestión de Estado. También como un grave problema cultural, ya que ni la opinión pública ni muchos dirigentes políticos o económicos son conscientes de esta raíz de muchos de nuestros males. Es preciso abrir un debate nacional en el que los medios de comunicación deben jugar un papel muy importante.*

2. *Esa discusión debe incluir una comunicación fluida entre las universidades y centros públicos de investigación, por un lado, y las empresas, por otro. Éstas tienen que comprender la necesidad de absorber investigadores, crear sus propios laboratorios o establecer acuerdos con aquellos para desarrollar tecnologías emergentes, con el fin de mejorar su productividad en un mundo cada vez más competitivo. Todo ello exige un cambio de mentalidad, tanto de los investigadores como de los empresarios, que debe ser impulsado desde el gobierno mediante todos los estímulos que sean necesarios, incluso los fiscales.*

3. *Al mismo tiempo, es necesario potenciar el apoyo público a la ciencia básica en las universidades y centros de investigación, incluyendo:*

- a) *el mantenimiento del Consejo Superior de Investigaciones Científicas como organismo estatal, aumentando de modo notable su número de investigadores y técnicos de laboratorio;*
- b) *continuar con la política interrumpida hace pocos años de creación de centros de excelencia y potenciar la investigación biomédica en los centros hospitalarios y demás instituciones sanitarias;*
- c) *mantener el proceso de exigencia y control de la calidad investigadora que funciona desde hace algunos años, realizando de modo efectivo el seguimiento de los proyectos subvencionados;*
- d) *incrementar las relaciones entre las Universidades y el CSIC;*
- e) *introducir las figuras de investigador y técnico de laboratorio contratado en las universidades y el CSIC con criterios de excelencia;*
- f) *asegurar la reinserción de los científicos formados en el extranjero;*
- g) *modificar el sistema actual de acceso a las plazas docentes e investigadoras para acabar con la endogamia.*

Algunos se oponen a medidas como éstas porque las consideran costosas, sin preguntarse por las consecuencias de no tomarlas. Es cierto que la

Presentación

XXX

ciencia es cara, pero ¿cuánto costaría prescindir de ella? Creemos que España pagaría un precio muy superior».

San Lorenzo de El Escorial, a 2 de agosto de 1996

PACTO DE ESTADO POR LA CIENCIA (Febrero 2004)

«En los últimos dos decenios el mundo desarrollado ha iniciado una profunda transformación. De la mano del conocimiento acumulado en áreas tan dispares como la ingeniería genética, la biología molecular, la física o las telecomunicaciones, entre muchas otras, el mundo que hoy conocemos ha pisado el acelerador rumbo al futuro. La biomedicina, la biotecnología y la nanotecnología, además de las potentes herramientas en genómica y proteómica, son sólo algunos de los ejemplos en los que se fundamenta este prodigioso cambio de paradigma.

España, hasta ahora, apenas ha contribuido a ninguno de los grandes conceptos y tecnologías con los que se está construyendo el futuro. Y ello a pesar de que el conocimiento acumulado en todas estas áreas y las aplicaciones que de ellas se están derivando, marcan el camino a seguir en los terrenos de influencia económica, política y social. El papel del conocimiento científico como motor de competitividad, bienestar y calidad de vida, y liderazgo internacional, es algo que ya nadie pone en duda.

El camino elegido por España en los últimos 25 años es, en cierto modo, paradójico. En este tiempo la economía española ha logrado ocupar un lugar destacado en el escenario internacional. Y lo ha conseguido sin necesidad de invertir en la generación de conocimiento, sino ofertando buenos servicios, en especial en turismo y ocio; manteniendo una política industrial económicamente competitiva; y, no debe olvidarse, aprovechando los fondos de cohesión europeos. Estos tres factores, entre otros, han permitido a España alcanzar un importante nivel de bienestar y mirar al futuro con cierto optimismo.

En el momento actual, sin embargo, el modelo sobre el que se sustenta la economía española empieza a dar síntomas de agotamiento. La deslocalización industrial, la influencia creciente de economías emergentes, o una cada vez mayor dependencia científica y tecnológica del exterior, son amenazas más que reales. Estos problemas no permiten más retraso. Ha llegado, por tanto, el momento ineludible de diseñar una estrategia a medio y largo plazos para que la economía española y el bienestar de sus ciudadanos mantengan o incluso incrementen las cotas alcanzadas hasta hoy.

Dadas las tendencias que se dibujan en la escena mundial, tan sólo la generación de conocimiento puede asegurar este objetivo. Los hechos de-

muestran que los países que ejercen hoy un liderazgo económico, político y social son aquellos que, en su día, decidieron apostar claramente por la innovación surgida de la investigación científica en las más diversas ramas. La innovación se ha traducido en conceptos y, con el tiempo, en tecnologías e industrias capaces de marcar la pauta. Los países líderes supieron ver, y todavía lo entienden del mismo modo, que invertir en ciencia es invertir en futuro.

España tiene a su alcance participar de este futuro. Para ello debe abandonar el furgón de cola europeo en el que, según todos los indicadores, ha permanecido todo este tiempo. Algo que será posible no sólo si se incrementa la inversión global en ciencia y tecnología, sino también si esa apuesta presupuestaria es gestionada adecuadamente en el medio y el largo plazos. El talento y la capacidad existen, pero se requieren voluntad y la valentía políticas para hacerlo posible.

Los firmantes de este documento, científicos biomédicos en activo, creemos representar el sentir de buena parte de la comunidad científica. Conscientes del grave déficit que hay que superar y de los beneficios que el esfuerzo inversor en ciencia puede aportar a la sociedad española, proponemos un gran Pacto de Estado por la Ciencia en el que participen, además del gobierno y todos los partidos políticos, las distintas Comunidades Autónomas, los agentes económicos y sociales y los propios científicos.

El Pacto de Estado por la Ciencia debe tomar en consideración, para su debate y posterior plasmación en compromiso público, al menos los siguientes objetivos:

1. COMPROMISO POR EL DESARROLLO

Invertir en ciencia es invertir en desarrollo

El gobierno de España, así como los de las Comunidades Autónomas, los partidos políticos y agentes económicos y sociales, además del sector industrial y los propios científicos, tienen que asumir que invertir en ciencia es invertir en desarrollo, productividad y en nivel y calidad de vida. Ello sólo es posible con un cambio de mentalidad que permita la consecución de un modelo que dé estabilidad en el tiempo, en las formas y en la financiación necesaria para acometer un salto de calidad.

Europa como objetivo

Las cumbres de jefes de Estado de Lisboa y Barcelona, ratificadas ambas por España, fijaron entre sus grandes objetivos alcanzar en 2010 una inversión media en investigación, desarrollo e innovación correspondiente

Presentación

XXXII

al 3% del PIB. Si España quiere invertir en su futuro y formar parte de la Europa desarrollada, debe asumir este compromiso. El Gobierno debe exigirse el diseño y ejecución de planes específicos para cumplir estas expectativas, haciendo de éste uno de sus grandes objetivos de futuro.

España puede y debe contribuir a la vanguardia del conocimiento

El nivel de desarrollo económico y social alcanzado por España en los últimos 25 años no se corresponde con su grado de desarrollo científico y tecnológico. Sólo la producción de ciencia de calidad puede equilibrar los indicadores, hacer más competitiva una economía basada en el conocimiento y dar el salto cualitativo que precisa para situarse en la vanguardia de la economía mundial.

2. COMPROMISO INSTITUCIONAL

Esfuerzo de organización

La ciencia, para que dé los frutos apetecidos, debe estar organizada cuidadosa y certeramente. Esto no ocurre en España. Al menos no en la medida de lo que sería necesario. Los intentos llevados a cabo hasta la fecha han arrojado, salvo excepciones, unos pobres resultados.

Existe una gran dispersión de organismos públicos de los que depende la investigación y apenas hay instrumentos, como sucede en países avanzados, que medien en su coordinación. El actual Ministerio de Ciencia y Tecnología no ha sabido, o no ha podido, ejercer bien esta función. Tampoco ha sabido, o no ha podido, impulsar las medidas legales que modernicen el sistema y lo doten de la suficiente flexibilidad. Resulta imperativo revisar las prioridades, funciones y responsabilidades de ese ministerio.

Esfuerzo de coordinación

La productividad científica española se concentra mayoritariamente en universidades y

Organismos Públicos de Investigación (OPIs). Pero también se investiga, aunque mucho menos de lo que sería deseable, en hospitales y en la industria. El Ministerio de Ciencia y

Tecnología, debidamente coordinado con las Comunidades Autónomas, podría y debería asumir un papel de liderazgo, del mismo modo que lo ejercen las grandes agencias de investigación de los países más avanzados. El modelo actual, en el que la participación de las universidades y de los centros dependientes del Sistema Nacional de Salud español brilla por su ausencia, resulta poco creíble, además de poco adecuado e ineficaz.

Esfuerzo de planificación y de continuidad

Sólo un instrumento con funciones y responsabilidades bien definidas y dotado de la independencia suficiente, puede diseñar y ejecutar un Plan Nacional de Investigación,

Desarrollo e Innovación que cumpla los objetivos de calidad, estabilidad, prioridades y proyección de futuro que precisa España. La ciencia, aunque necesariamente vinculada a objetivos políticos, económicos y estratégicos, debe servir al país y no a otros intereses. No puede inventarse año a año ni carecer de calendarios estables. Tampoco puede permitirse el lujo de sustituir la planificación a largo plazo por la ciencia de escaparate, de elevado coste y discutible eficacia para el sistema.

3. COMPROMISO DE FINANCIACIÓN

Basta con poco para salir de pobres

La inversión que dedica España a ciencia y tecnología es a todas luces insuficiente para participar en los grandes proyectos de ciencia internacionales, para potenciar una industria tecnológicamente avanzada e innovadora o para liderar proyectos de investigación con impacto clínico de envergadura. El esfuerzo inversor que debería hacer España para alcanzar en pocos años la actual media europea del 2% del PIB, aunque en términos absolutos pueda parecer importante, no lo es en términos relativos ni está fuera del alcance de los gobiernos si hay voluntad política para ello. Participar del futuro representa muy poco para el global de los Presupuestos Generales del Estado.

Voluntad de transparencia

La dispersión de fuentes de financiación, y sobre todo la inclusión de la I+D militar en las partidas presupuestarias destinadas a investigación, impide conocer con certeza de cuánto dinero dispone la ciencia. Sin transparencia en las cuentas, es imposible diseñar un plan de financiación estable y sostenido que garantice el crecimiento del sistema hasta acercarlo a la media europea.

Estabilidad presupuestaria

Durante algo más de una década, el presupuesto destinado a investigación ha permanecido prácticamente estancado. El gran déficit acumulado obliga a incrementos sostenidos y estables en el tiempo hasta alcan-

Presentación

XXXIV

zar la media europea en los principales indicadores mediante planes plurianuales que tengan la vista puesta en 2010. Asimismo, es imperativo que los presupuestos destinados a este capítulo se ejecuten en su totalidad, algo que no ha sucedido en los últimos ejercicios.

4. COMPROMISO CON EL INVESTIGADOR

Los grupos de investigación

El mayor activo de la ciencia son los grupos de investigación. Invertir en ellos, por tanto, es invertir en futuro. Su financiación, sin embargo, es a menudo irregular, insuficiente y fragmentada, lo que obliga a recurrir a diversas fuentes que, por lo general, están descoordinadas o son incompatibles. Desarrollar cualquier proyecto de envergadura capaz de generar innovación, y por tanto riqueza, resulta muy difícil en estas condiciones. Por otra parte, debe visualizarse el apoyo decidido a los grupos de investigación consolidados y la incorporación de grupos emergentes al sistema.

La carrera investigadora

El científico es la base de todo sistema de investigación. En España, no obstante, los mecanismos de promoción de nuevos investigadores ofrecen muy limitadas expectativas de futuro. Prima la precariedad frente a la estabilidad. Ello obliga a definir un marco adecuado y coherente para el desarrollo de la carrera investigadora. Asimismo, es necesario seguir potenciando la incorporación de científicos al sistema hasta alcanzar la media europea en 2010 (8,3 investigadores por cada 10.000 ciudadanos frente a los 4,2 actuales) y asegurar que las incorporaciones contarán con los medios adecuados para desarrollar su trabajo en función de la plaza a ocupar, el centro que lo acoja y los proyectos a desarrollar. En cualquier caso, no basta con ofrecer plazas de investigador: cada plaza de nueva creación debe ir asociada a superficie de investigación, a necesidades de infraestructura científica y al valor cualitativo del proyecto en el que se vaya a integrar, de acuerdo, además, con un sistema estable de contratación.

La cuantía de los proyectos

La cuantía media de los proyectos de investigación debería duplicarse, cuando no triplicarse, con el objetivo de acercarse cada vez más a la media europea. Asimismo, debería establecerse un modelo de gestión eficaz para la evaluación y seguimiento de unos proyectos cuyo valor, en general, debería tender a su coste real. Esto es, incluir las necesidades de personal técnico e

investigador, becarios, superficie de investigación y acceso a redes y servicios científicos, además de a plataformas tecnológicas. Las dotaciones actuales difícilmente hacen viables proyectos de suficiente calidad y envergadura.

5. COMPROMISO CON LA ESTRUCTURA

Política de centros

Los centros de investigación, sean OPIs, universitarios o dependientes del Sistema Nacional de Salud o de fundaciones u organizaciones sin ánimo de lucro, deben adecuarse con urgencia a las necesidades que plantea la ciencia actual. Salvo excepciones, España está falta de grandes centros con capacidad para competir internacionalmente en condiciones, y ninguna de nuestras universidades forma parte de las cien mejores del mundo en resultados de investigación. Como en los países más avanzados, la política de centros debe visualizarse en forma de pirámide en cuya cúspide haya un grupo de referencia que se nutra y apoye en una base que ejerza el papel de cantera. La ciencia de calidad no es posible sin una buena y amplia base.

Política de plataformas

La ciencia actual exige servicios científico-técnicos, plataformas tecnológicas y el acceso a redes internacionales como condición para obtener resultados de calidad. Esto es especialmente cierto en áreas de alto valor estratégico como la biotecnología o la biomedicina, en las que la necesidad de plataformas como la genómica y la proteómica, o aquellas basadas en el conocimiento del gen, resultan fundamentales. España acumula un enorme retraso en este terreno. Y ello no sólo impide la obtención de resultados de calidad, sino incluso la simple participación en los grandes proyectos internacionales.

Política industrial

La vertebración de la buena ciencia con la buena industria genera riqueza y potencial económico. En España, salvo excepciones, apenas hay industrias que inviertan en investigación. El desarrollo de un plan consensuado por todos para tratar de involucrar a las empresas en el proceso de investigación resulta, en estos momentos, una exigencia prioritaria. También lo es la definición de instrumentos y mecanismos que potencien la transferencia tecnológica, garanticen la propiedad intelectual, la formación de empresas de base tecnológica, el acceso a fórmulas de financiación adecuadas y la incorporación de investigadores al tejido empresarial. Ello debe redundar en el apoyo formal a la industria realmente innovadora y tecnológicamente avan-

Presentación

XXXVI

zada, especialmente en sectores de interés estratégico, y en el fomento de una mayor y más eficaz colaboración entre los sectores público y privado para el establecimiento de formas de cofinanciación de centros de investigación.

Política traslacional

Muchas ramas de la ciencia tienen aplicaciones evidentes. La biotecnología o la biomedicina son buenos ejemplos de ello. La primera, por su clara influencia sobre el desarrollo tecnológico y económico. La segunda, además, por su contribución a la mejora de la salud y la asistencia médica. España atesora un gran talento y potencial biomédicos. Los avances en biología molecular, genética y genómica, van a tener un gran impacto en la comprensión de la enfermedad y en el desarrollo de estrategias y procedimientos preventivos, diagnósticos y terapéuticos. Sin embargo, los mecanismos de transferencia de los laboratorios y unidades experimentales biomédicos a los sistemas de salud están poco desarrollados en nuestro país. Es esencial realizar un esfuerzo para saltar esa brecha. Parte de ese esfuerzo debería centrarse en consolidar unidades o centros de investigación en los grandes hospitales. Bastaría inicialmente con dotar a 20 o 30 grandes hospitales con centros de investigación para dar un gran salto de producción, calidad y transferencia al ámbito de la salud. Sólo así se podría trasladar eficazmente a médicos y pacientes los beneficios de la investigación en ingeniería genética y biología molecular y celular de los últimos 25 años.

6. COMPROMISO CON LA SOCIEDAD

Fuente de riqueza y bienestar

Ciencia es sinónimo de progreso. Los países que han invertido en generación de conocimiento han logrado mejoras económicas y aumentado el nivel de bienestar de sus ciudadanos a un coste razonable. Los que no lo han hecho, han debido adquirir las mejoras a elevados costes y seguir el dictado de los que ejercen el liderazgo. España puede y debe apostar por la primera vía. Optar por la segunda es, desde todos los puntos de vista, una irresponsabilidad inconcebible.

Fuente de conocimiento y cultura

Ciencia es también sinónimo de cultura. Los países cultos se miden no sólo por sus artistas, literatos, músicos o pintores. También lo hacen por el nivel de sus científicos, de personajes capaces de entrar por la

Presentación

XXXVII

puerta de la Historia. Sólo Santiago Ramón y Cajal y Severo Ochoa ocupan este escalafón en España. Un bagaje demasiado pobre para un país como el nuestro».

Madrid, febrero 2004

A MOMENT OF TRUTH FOR AMERICA (May 1995)

«An open letter to Congress from the executives of some of America's leading technology companies

Imagine life without polio vaccines and heart pacemakers. Or digital computers. Or municipal water purification systems. Or space-based weather forecasting. Or advanced cancer therapies. Or jet airliners. Or disease-resistant grains and vegetables. Or cardiopulmonary resuscitation (CPR).

We take for granted these and thousands of other technological breakthroughs that have made American society the most advanced in history. They have made our economy more competitive, created millions of jobs, and underpinned our entire standard of living. They have vastly improved our health and extended our life span. In a very real sense, they epitomize the American Dream.

But these breakthroughs didn't just happen. They are the products of a long-standing partnership that has, as a matter of national policy, fostered the discovery and development of new technologies. For many years, Administrations of both parties, working with Congress, have consistently supported university research programs as a vital investment in our country's future. Industry has played an equally critical role, carefully shepherding these new technologies into the marketplace.

This partnership –the research and educational assets of American universities, the financial support of the federal government, and the real-world product development of industry– has been a critical factor in maintaining the nation's technological leadership through much of the 20th century.

Just as important, university research has also helped prepare and train the engineers, scientists and technicians in industry whose discipline and skill have made technological breakthroughs possible. It has sparked innovation and prudent risk-taking. And as a result of the opportunity afforded such skilled workers in our technologically advanced

Presentación

XXXVIII

economy, many disadvantaged young people have used high-tech jobs as a «stepping stone» to more productive and satisfying lives.

Unfortunately, today America's technological prowess is severely threatened. As the federal government undergoes downsizing, there is pressure for critical university research to be slashed.

University research makes a tempting target because many people aren't aware of the critical role it plays. It can take years of intense research before technologies emerge that can «make it» in the marketplace. History has shown that it is federally sponsored research that provides the truly «patient» capital needed to carry out basic research and create an environment for the inspired risk-taking that is essential to technological discovery. Often these advances have no immediate practical usability but open «technology windows» that can be pursued until viable applications emerge. Such was the case with pioneering university research done on earthquakes in the 1920s, which led over time to the modern science of seismology and the design of structures that better withstand earthquake forces.

Today, we, the undersigned –executives of some of America's leading technology companies– believe that our country's future economic and social well-being stands astride a similarly ominous «fault line.» We can personally attest that large and small companies in America, established and entrepreneurial, all depend on two products of our research universities: new technologies and well educated scientists and engineers.

Technological leadership, by its very nature, is ephemeral. At one point in their histories, all the great civilizations –Egypt, China, Greece, Rome– held the temporal «state of the art» in their hands. Each allowed their advantage to wither away, and as the civilization slipped from technological leadership, it also surrendered international political leadership.

For all these reasons, it is essential that the federal government continue its traditional role as funder of both basic and applied research in the university environment. If we want to keep the American Dream intact, we need to preserve the partnership that has long sustained it. As we reach the final years of the century, we must acknowledge that we face a moment of truth.

Will we nurture that very special innovative environment that has made this «the American century»? Or will we follow the other great civiliza-

Presentación

XXXIX

tions and yield our leadership to bolder, more confident nations? As the Congress makes its decisions on university research, let there be no mistake: We are determining the 21st century today».

May 5, 1995

LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA (Abril 2003)

«Vaya por delante [el] agradecimiento a la Comisión de Educación del Senado por afrontar una tarea de enorme dificultad y trascendencia: ayudar a la Nación a decidir donde quiere ir en cuestiones de educación en matemáticas, ciencias y tecnología. La «culturización científica» –que se ocupa de ciencia, matemáticas y tecnología- debe ser un objetivo central de la educación.

Una premisa fundamental es que la escuela no debe enseñar más y más contenido. Debe centrarse en lo que es esencial en el conocimiento científico y enseñarlo con la mayor eficacia. De acuerdo con ello, nuestra recomendación para construir un cuerpo común de enseñanza y aprendizaje se limita a las ideas y tareas que tienen mayor relevancia científica y significado educativo, para lograr una culturización científica de los ciudadanos del futuro. Unas recomendaciones enraizadas en la creencia de que un ciudadano con una base científica adecuada es aquel que asume que la ciencia, las matemáticas y la tecnología son ingrediente primordial de la empresa humana, con sus claroscuros; que comprende los conceptos básicos y los principios de la ciencia; que no extraña el mundo natural en el que está inmerso y reconoce su diversidad y, a la vez, su unidad; y, sobre todo, que utiliza el conocimiento científico y los modos del pensamiento científico para propósitos personales y sociales. Ello, independientemente, del oficio que desempeñe en el futuro.

Como pasos previos [se hacen] las siguientes consideraciones. Primero y para asegurar la formación científica básica de «todos» los estudiantes de la escuela secundaria, deben cambiarse los currículos a efectos de reducir la cantidad del material y de las especificaciones ahora cubiertas; reducir o eliminar las rígidas fronteras impuestas entre materias; insistir machaconamente en las conexiones y no en las separaciones, primero entre ciencia, matemáticas y tecnología, y, más importante, con los otros dominios del conocimiento. Es importante presentar la empresa científica como un compromiso social que influye y es influenciado por el pensamiento y la acción de la humanidad. En segundo lugar, la enseñanza efi-

Presentación

XL

caz de la ciencia, matemáticas y tecnología deberá ser consistente con el espíritu, el carácter inquisitivo y los valores de la ciencia. Ello pretende una aproximación a base de preguntas sobre los fenómenos y no pretender la memorización de respuestas; también, acostumar a los alumnos en el uso de hipótesis, la recopilación y utilización de pruebas y el diseño de investigaciones y de procesos. Y no olvidar –tal vez lo más importante- estimular al alumno hacia la curiosidad y la creatividad. En tercer lugar, tales objetivos deben desarrollarse de manera integrada; un desarrollo enfocado sobre las necesidades de aprendizaje de todos los jóvenes, cubriendo todos los grados escolares y todas las áreas docentes, comprometiendo a todos los integrantes y aspectos del sistema educativo, y reclamando la financiación pública durante décadas. Por último, tan ambicioso plan debe reclamar la colaboración de administradores, profesores universitarios y líderes de la sociedad civil; de los líderes de los empresarios, de los sindicatos y, fundamentalmente, políticos. También, de los profesores de enseñanza secundaria, de los padres y de los propios estudiantes.

No existen razones válidas –intelectuales, sociales o económicas- para renegar de la posibilidad de que todos los jóvenes obtengan una capacitación básica en ciencia, matemáticas y tecnología. Todo lo que se necesita es un compromiso nacional, determinación y un compromiso para trabajar juntos hacia la consecución de un objetivo común, garante del porvenir de las futuras generaciones.

Las recomendaciones que siguen constituyen un cuerpo central, básico, de enseñanza-aprendizaje [...] para todos los jóvenes, independientemente de sus circunstancias sociales y sus aspiraciones de futuro, y se basan en los criterios de utilidad, responsabilidad social, valor intrínseco del conocimiento, valor filosófico y enriquecimiento personal...

Vivimos en una era de logros científicos y técnicos sin precedentes. Nuestras vidas se han transformado por los ordenadores, por los logros médicos, por las sondas espaciales y por un sin fin de otros cambios. Aun así, a pesar de su importancia, los numerosos desarrollos de la ciencia y de la tecnología permanecen ignorados por millones de personas. Los ciudadanos apenas han oído nombrar los semiconductores, la ingeniería genética u otros muchos acontecimientos que están cambiando sus vidas. Ante esta situación, el editorialista científico Ben Patrusky señala que la indiferencia para comprender el desarrollo científico es más preocupante que la ignorancia.

La indiferencia supone un verdadero reto para la sociedad democrática que tiene que hacer frente y tomar decisiones ante temas como el SIDA,

Presentación

XLI

las drogas, la defensa nacional, la tecnología médica o las comunicaciones, que involucran al sistema de ciencia y tecnología. ¿De que manera pueden los ciudadanos tomar partido y los políticos actuar razonadamente en temas que desconocen? La economía requiere la excelencia científica y tecnológica de la industria y de la investigación, en temas punteros como la óptica, la biotecnología o la microelectrónica. La competitividad internacional en ciencia y tecnología es, cada vez, más fuerte; la capacidad de empleo y prosperidad personales así como el desarrollo comunitario, dependen de ellas. De cara a las próximas décadas, el conocimiento de la ciencia y la tecnología ha dejado de ser una curiosidad para convertirse en una necesidad.

En estos días de problemas y soluciones tan complejas -escribe Thomas Kean, periodista y exgobernador de New Jersey- es esencial que todos comprendamos las leyes de la naturaleza a través de la información científica para poder abordar las leyes de los hombres. Como apuntó Frank Press, expresidente de la Academia Nacional de Ciencias de EE.UU., ...con la esperanza de que los mundos científico y profano se aproximen un poco más⁴.

Los problemas más serios a los que la humanidad hace frente son de carácter global: explosión demográfica, lluvia ácida, deforestación y esquilmación de recursos, contaminación ambiental, cáncer, enfermedades infecciosas y desnutrición, inequidad de la riqueza y el riesgo de conflictos bélicos en relación con el emergente choque de civilizaciones; la lista es larga y alarmante. El futuro depende en gran medida en la sabiduría con que los humanos utilicen la ciencia y la tecnología, y ello depende, a su vez, de las características, de la distribución y de la efectividad de la educación que la gente recibe.

La mayoría de la población no tiene capacitación científica o son analfabetos funcionales desde el punto de vista científico, tecnológico y matemático. La reversión de la situación requiere un sistema escolar suficientemente dotado, maestros cualificados, administradores eficaces y un currículo apropiado. Insistimos en que las escuelas no tienen que enseñar más tiempo ni más contenido, sino enfocar los esfuerzos a las cuestiones fundamentales y a mejorar la enseñanza. Una verdadera reforma educativa en ciencia, tecnología y matemáticas, que sacuda los cimientos de la hoy vigente, exige un esfuerzo colaborador en el que participen las comunidades educativa y científica, la tecnológica y la industrial; pero ello sólo será posible con el compromiso público. No existen razones válidas intelectuales, sociales o económicas, por las que no puedan transformarse el

Presentación

XLII

sistema educativo en aras a conseguir la capacitación científica de todos los estudiantes. Lo que se exige es el compromiso, la determinación y la voluntad de trabajar juntos hacia objetivos comunes.

El futuro va a ser bien distinto del pasado y aún del presente. Nada escapa a esta marea que a todo afecta. Hay que establecer metas comunes desde la convicción de nuestra responsabilidad solidaria respecto de las futuras generaciones. El fundamento del nuevo orden debe ser el convencimiento de que las iniciativas e instituciones humanas tan sólo tienen razón de ser si sirven a los hombres todos. Esencial en tal empeño es que los valores nazcan como parte de la renovación interior de cada ser humano y nunca impuestos por otros. A la vista de todo ello, la educación de jóvenes y de mayores en un proceso continuo a lo largo de la vida, así como el constante acceso a mayor conocimiento, son ingredientes fundamentales para potenciar un mayor sentido de responsabilidad y una mayor capacidad de respuesta por parte de los ciudadanos de todos los países más o menos desarrollados. El hombre moderno es consciente de que necesita criterios para poder ejercitar coherentemente los valores que proclama.

La tarea es inmensamente difícil, tanto más porque si bien la educación ha coadyuvado de manera indiscutible a las grandes transformaciones sociales, al desarrollo económico o al progreso científico y tecnológico, la educación en sí misma, en cambio, nunca ha logrado romper dramáticamente con sus propios enfoques y prácticas del pasado. En ese continuo, la educación juvenil ha ido dejando de ser la cenicienta para configurarse en la mayor esperanza del sistema educativo; el bachillerato, que sigue siendo la mayor oportunidad para una formación cultural integral en humanidades, ciencia y tecnología, es uno de los aspectos peor tratados. La transformación tiene que producirse, esta vez, de abajo hacia arriba, desde una reconversión de cada uno de los centros educativos; su excelencia es un condicionamiento básico en estos planteamientos.

Una generación educada en libertad tendrá esperanzas más amplias y audaces de las que nosotros tuvimos. No somos nosotros –afirmaba Bertrand Russell a pocas líneas de concluir su «Ensayos sobre educación»– sino los hombres y mujeres libres que formemos, quienes pueden contemplar un mundo nuevo. Mil temores obstruyen el camino hacia la libertad. Y el temor a la ciencia, matemáticas y tecnología es uno de los más sólidamente instaurados».

Madrid, 23 de abril de 2003
Pedro García Barreno

Presentación

XLIII

Notas

¹ *El País*, 28 de marzo de 2004, Opinión/11.

² AAAS. *Science for all American. Project 2061*. New York: Oxford University Press, 1990.

³ David Weatheral. *Science and the Quiet Art. Medical Research & Patient Care*. Oxford: Oxford University Press, 1995. Pg 347.

⁴ David Jarmul (ed). *Headline News, Science Views*. Washington DC: National Academic Press, 1991. Págs. ix, 9 y 16.