

Ciencia, tecnología y sociedad

Nota: este informe ha sido elaborado por D. Carlos Ignacio Angulo Martín, Jefe de Área de Indicadores e Informes Sociales del Instituto Nacional de Estadística (INE)

0 Introducción

En los años 50 la ciencia económica comprobó que la acumulación de capital no podría generar aumentos constantes de renta per cápita y que, con el paso del tiempo, la única fuente de crecimiento sería la evolución del progreso técnico. El esquema teórico imperante en aquella época consideraba que el cambio técnico era consecuencia de un proceso secuencial y lineal, cuyo inicio era la investigación fundamental que generaba los conocimientos científicos básicos para, mediante la investigación aplicada, desarrollar nuevos productos o procesos. A su vez, el desarrollo tecnológico era considerado el motor de aumento del bienestar social a través de la creación de riqueza. Para controlar el modelo bastaba, por tanto, con conocer y promover los recursos económicos y humanos destinados a investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D).

El modelo lineal del cambio tecnológico se ha abandonado ya por otro más complejo e interactivo, que tiene en cuenta las relaciones entre los diferentes agentes del sistema y las retroalimentaciones que se producen a lo largo de todo el proceso. Esto ha dado lugar al estudio del proceso de la innovación tecnológica en las empresas industriales, que trata de representar con mayor fidelidad la realidad económica de las dos últimas décadas del siglo pasado, pues se observó que, por un lado, ya no existía una relación directa entre inversión en I+D y crecimiento económico y que, por otro, se había producido un cambio significativo en las cuotas de participación del comercio mundial de productos manufacturados, donde países con relativamente pocos recursos en investigación, aumentaban su cuota mundial de mercado.

Con el fenómeno de la globalización, en los últimos años se han ampliado los estudios relativos a la innovación en el sector servicios, y a otros indicadores que reflejen la sociedad de la información y la del conocimiento. Y esta situación ha tenido su respuesta en los diferentes sistemas de indicadores relacionados con ciencia y

tecnología (C+T) que se han ido implantando a nivel internacional.

El objetivo de la primera parte de este trabajo es, pues, presentar la evolución que han experimentado estos sistemas desde uno puro de indicadores de C+T, en el que no figura ningún indicador de relación con la sociedad, como es el sistema estadístico clásico de C+T, hasta llegar a los estudios más recientes que consideran a la sociedad como un componente más del sistema y a los indicadores de percepción pública y de impacto social de la ciencia como medidas de la interacción entre la ciencia y la sociedad.

Por último, en la segunda parte se muestra un enfoque sociológico de la evolución de la ciencia y la tecnología en España, haciendo hincapié en un indicador de impacto de la ciencia en la calidad de vida de los hogares españoles, como es el grado de penetración en los mismos de determinados bienes de equipamiento, así como el tiempo transcurrido desde su invención hasta que estas innovaciones se introdujeron en un número mayoritario de hogares.

1 Evolución del sistema de indicadores de ciencia y tecnología

1.1 El sistema estadístico clásico de ciencia y tecnología

El sistema clásico de ciencia y tecnología se articula en términos de *inputs*, *outputs* científicos y tecnológicos, y su impacto económico. Cualquier sistema de información estadística de C+T debe abordar estos tres aspectos y estaría formado por un sistema de indicadores que explicaran las causas y/o los efectos del entramado del sistema de ciencia y tecnología; es decir, que reflejaran su estructura interna, su relación con la economía y el grado de cumplimiento de los objetivos marcados al sistema.

En el cuadro A del anexo de este informe se presentan los indicadores que tradicionalmente, hasta hace muy pocos años, se han identificado siguiendo esta concepción. Se trata fundamentalmente de un extracto de los "Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología" de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que bianualmente publica este organismo, al que se han añadido algunos de innovación y de recursos humanos en ciencia y tecnología, para tener en cuenta las últimas tendencias de construcción de nuevos indicadores. En él no aparece ningún indicador que refleje de una forma directa, aunque sea parcialmente, el estado de bienestar de la sociedad ni, por supuesto, la percepción pública o el impacto social de la ciencia.

1.2 Cuadros de indicadores de la Unión Europea

En el Consejo Europeo de Lisboa del año 2000, la Unión Europea se propuso el objetivo de reforzar la cohesión social y, al mismo tiempo, convertirse en la economía del conocimiento más competitiva y dinámica del mundo en el próximo decenio. Para ello, el Consejo de Lisboa pidió que se procediera a la comparación del trabajo realizado por los Estados Miembros en cuatro temas fundamentales: empleo, innovación, competitividad empresarial y comparación de políticas de investigación. Para cada tema se definieron un conjunto de indicadores cuantitativos y cualitativos que son examinados regularmente al objeto de formular las grandes orientaciones políticas nacionales y de la Unión Europea, así como para aprender unos de otros mediante críticas *inter pares*, operación que se ha dado en llamar "coordinación abierta". Aparecen así cuatro cuadros de indicadores sobre las diferentes materias:

- **Empleo**
- **Innovación**, que analizaremos a continuación.

- **Empresa o competitividad empresarial**, que presenta una visión más amplia que el anterior sobre el espíritu empresarial, el acceso al mercado y la innovación.

- **Comparación de las políticas nacionales de investigación**, que también veremos más adelante.

Finalmente, para garantizar la necesaria coherencia entre los cuadros específicos anteriores, la Comisión ha definido unos indicadores estructurales, que también analizaremos con un cierto detenimiento.

1.2.1 EL MARCADOR DE LA INNOVACIÓN EUROPEA

El Cuadro europeo de indicadores de la innovación proporciona una síntesis de los resultados obtenidos en Europa en materia de innovación, a través de la información proporcionada por 17 indicadores referidos al proceso de innovación. Este cuadro comprende tanto indicadores tradicionales, como los mencionados anteriormente, basados en estadísticas de patentes y de I+D, como indicadores obtenidos a partir de estudios más recientes, como los de innovación tecnológica en las empresas.

Los indicadores se agrupan en cuatro categorías:

- cantidad y calidad de **los recursos humanos** dedicados a innovación
- inversión pública y privada en la **creación de conocimientos**, y la consiguiente producción de nuevas patentes
- actividades, además de la investigación, que llevan a la **transmisión y aplicación de nuevos conocimientos**
- la disponibilidad **de financiación de la innovación**, los **resultados de la innovación** y la **inversión comercial** en tecnologías de la información y la comunicación (**TIC**)

En el cuadro B del anexo se presentan los indicadores del Marcador Europeo de la innovación, que se completa para cada país con un indicador sintético de su innovación, denominado indicador de innovación

(II), concebido para hacer más inteligibles los resultados del Marcador y para facilitar las comparaciones internacionales.

Como se observa en dicho cuadro B, se han incorporado algunos indicadores (4.4 y 4.5) que reflejan en cierta forma el paso de una economía industrial a una economía basada en la información y el conocimiento, lo cual supone una innovación respecto al sistema tradicional de indicadores de C+T. No obstante, se trata de un conjunto de indicadores eminentemente económicos, aunque pueda haber alguno de tipo social (los de recursos humanos). Sin embargo, aunque no deja de tener un marcado carácter economicista, pues va enfocado al mercado de Internet, en este cuadro figura un indicador de impacto social, como es el del porcentaje de hogares con conexión a Internet, que da una idea del grado de difusión en la sociedad de las nuevas tecnologías con las implicaciones que ello conlleva.

1.2.2 INDICADORES PARA LA COMPARACIÓN DE LAS POLÍTICAS NACIONALES DE INVESTIGACIÓN EN EUROPA

Se trata de un conjunto de indicadores que han sido diseñados para el seguimiento del estudio comparado (*benchmarking*) de las políticas nacionales de investigación en la Unión Europea, que abarcan los siguientes temas clave:

- Recursos humanos en I+D, incluido el interés por profesiones de C+T
- Inversión pública y privada en I+D
- Productividad científica y tecnológica
- El impacto de la I+D en la competitividad económica y en el empleo

En el cuadro C del anexo se presenta la lista de los 20 indicadores seleccionados (5 por cada tema). Casi todos los indicadores tienen un propósito científico o económico. Sólo el porcentaje de mujeres investigadoras tiene un objetivo con un marcado carácter social: la participación de la mujer en ciencia y tecnología y su contribución en la

generación de conocimientos desde un puesto de responsabilidad.

1.2.3 LOS INDICADORES ESTRUCTURALES DE LA UNIÓN EUROPEA

Como ya se ha comentado anteriormente, a raíz del Consejo Europeo de Lisboa de marzo de 2000, la Unión Europea se fijó como objetivo estratégico para este decenio *llegar a ser la economía del conocimiento más competitiva y dinámica del mundo capaz de un crecimiento económico sostenido acompañado de una mejora cuantitativa y cualitativa del empleo y de una mayor cohesión social*.

Para evaluar el progreso realizado en la consecución de los objetivos marcados en Lisboa, la Comisión propuso una serie de indicadores estructurales que reflejen objetivamente la situación de los Estados Miembros y de la Unión Europea en su conjunto en cinco áreas (más una sobre el contexto económico general), que son:

- Empleo
- Innovación e investigación
- Reforma económica
- Cohesión social
- Medio ambiente

La lista de los 45 indicadores estructurales seleccionados se presenta en el cuadro D del anexo¹ y permite seguir la evolución de Europa hacia los objetivos marcados en el Consejo de Lisboa. Uno de éstos es el de lograr una mayor cohesión social, para lo cual figuran 7 indicadores estructurales relacionados con la lucha contra la pobreza y la exclusión social, materia para la cual también se ha diseñado en la Unión Europea un sistema específico de indicadores, conocido como indicadores de Laeken.

Ahora bien, la lista de indicadores estructurales, aunque incluye bastantes indicadores

¹ En el informe de primavera de 2004 la Comisión, de acuerdo con el Consejo, presentó por primera vez una lista restringida de 14 indicadores.

sociales relacionados con el empleo, el medio ambiente o la exclusión social, no es un sistema de indicadores que permita observar el modo de interacción de la ciencia y la tecnología con la sociedad. Es más, ni siquiera permite analizar, salvo de una forma indirecta, el impacto de la ciencia en la economía. Se trata de una yuxtaposición de indicadores para abarcar los objetivos determinados por las áreas, pero no relaciona las mismas, no busca causas y efectos entre las distintas áreas, no permite analizar el entramado ciencia–tecnología–economía–sociedad. Se queda en las formas, pero no entra en el fondo. Sólo son fotos instantáneas que miden el grado de cumplimiento de los objetivos marcados en diversos aspectos de la realidad europea, pero no permiten determinar las causas de por qué se logran o no los objetivos. Se echa en falta una mayor integración de los indicadores.

La interacción de la ciencia y la tecnología con la economía se observa mucho mejor a través de los cuadros más específicos de innovación o de políticas comparadas de investigación, pero éstos no proporcionan información de su influencia en el bienestar social o en las condiciones de vida de la sociedad, ni de cómo la sociedad, a su vez, puede intervenir para darle a la investigación la orientación que ella desea.

Se podrían analizar otros sistemas de indicadores de ciencia y tecnología, pero siempre topáramos con las mismas barreras: los indicadores se quedan dentro de su ámbito, como mucho abarcan la economía, pero no llegan a la sociedad. Por estas razones, en los últimos años se han realizado una serie de esfuerzos, todavía sin consenso internacional, en dos direcciones. Por un lado, es preciso determinar cómo percibe la sociedad las actividades de C+T, cómo interviene para orientarlas o reconducirlas hacia objetivos más apropiados con su planteamiento acerca de las mismas y cuál es su grado de conocimiento de ellas. Por otro, se trata de medir la influencia o el impacto de estas actividades en la propia sociedad, es decir, de qué manera la ciencia y la tecnología permiten mejorar la calidad de vida de las personas, sin tener

que acudir exclusivamente al tan manido e imperfecto, aunque por otra parte necesario, PIB per cápita.

Ambos aspectos de la ciencia y la tecnología, su percepción y su impacto social, los vamos a tratar a continuación. El primero está más estudiado, ya hay estudios comparativos internacionales, aunque sea a partir de muestras dirigidas o escasas de población. El segundo está en los albores, aunque en algunas instancias se está diseñando el marco conceptual de integración de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

2 La incorporación de la sociedad en el sistema de indicadores de ciencia y tecnología

Como ya hemos mencionado anteriormente, hasta ahora el sistema de ciencia y tecnología se ha articulado, con mayor o menor éxito, con la economía. De acuerdo con este esquema, la economía inyecta recursos económicos y humanos al sistema de C+T y, a su vez, los resultados de estas actividades tienen un impacto económico, pues contribuyen al crecimiento de la economía y, por tanto, ésta puede liberar más recursos a C+T que, al final, se verá reflejado en un aumento del PIB. Hemos esbozado el “círculo virtuoso” de la ciencia, la tecnología y la economía. Su impacto social se mide por el PIB per cápita que, lógicamente, también se verá aumentado. ¿Pero a costa de qué? No todo consiste en saber que la renta per cápita aumenta, pues existen toda una serie de factores no controlados por este sistema que influyen en el bienestar social y en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. Por tanto, se introduce en este sistema de ciencia–tecnología–economía un nuevo componente, la sociedad, que nos permite observar, aunque sea de una forma teórica por el momento, cómo la ciencia y la tecnología interactúan con este componente social, para lograr su bienestar, aspiración máxima de la actividad humana.

Para ello, partimos de un modelo integrado de la ciencia y la economía, modelo ampliamente analizado por la literatura económica y que no es objeto de este estudio. Al incorporar a la sociedad como un componente del nuevo modelo, la sociedad interactúa con el modelo anterior de dos formas.

Por una parte, la sociedad puede influir en el tipo de investigación o en las aplicaciones tecnológicas resultantes que se están llevando a cabo. Por ejemplo, la sociedad puede manifestar su opinión sobre si la energía nuclear es la más adecuada para la producción de electricidad, o es mejor la utilización de energías renovables. También puede decidir cuál es el límite tolerable de introducción de procesos industriales o agrícolas basados en la biotecnología para la producción de alimentos. O hasta qué punto permitirá que las tecnologías de la información y la comunicación puedan invadir su intimidad y su vida privada, con la consecuente pérdida de libertad.

Ahora bien, para que la sociedad pueda participar en la toma de decisiones sobre la investigación que desea que se realice, a partir de la percepción que tiene de la misma, es necesario que la conozca, que sepa sobre sus ventajas e inconvenientes, sus limitaciones, sus efectos y sus daños colaterales en el medio ambiente o en la calidad de vida. Es preciso que los ciudadanos posean una determinada cultura

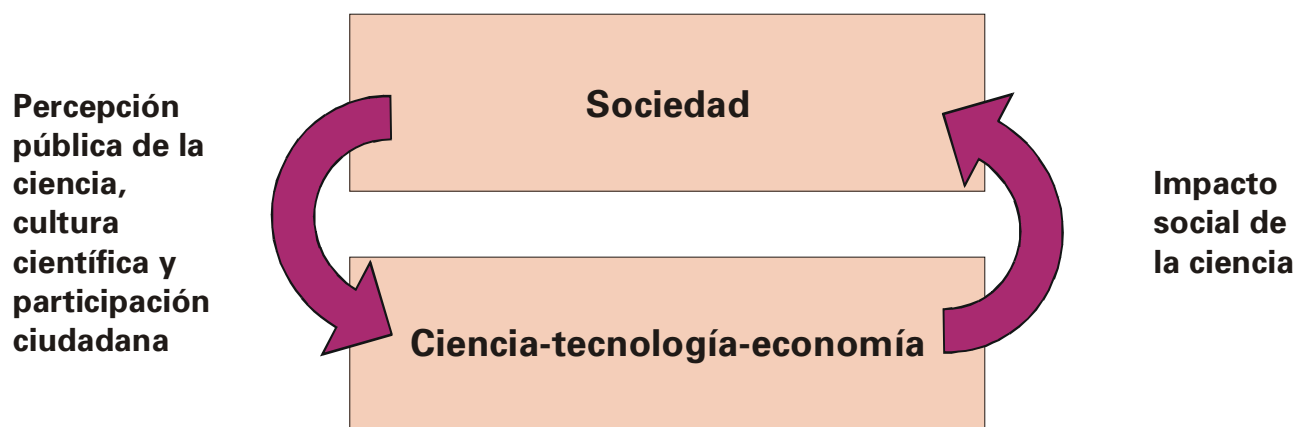
científica para poder opinar sobre la ciencia. Pues bien, de todos estos temas se ocupan las actuales encuestas de percepción pública de la ciencia, cultura científica y participación ciudadana.

Por otra parte, los resultados de las actividades de ciencia y tecnología tienen unos efectos, no sólo en la economía sino en la sociedad en su conjunto, que es preciso estudiar para saber si vamos por el buen camino o es preciso reorientar las actividades científicas, tecnológicas y económicas. Surgen así los recientes intentos de sistematizar el estudio del impacto social de la ciencia, que está relacionado con el desarrollo sostenible, con el reparto más equitativo de la riqueza y con la mejora de las condiciones de vida de la población.

Este nuevo modelo aparece esquematizado en la figura 1.

En este nuevo "círculo virtuoso", la sociedad puede influir en la política científico-tecnológica a seguir y, como consecuencia, en el crecimiento económico. A su vez, los resultados de las actividades de ciencia y tecnología, además del crecimiento del PIB per cápita, conllevan otras consecuencias de carácter social y medioambiental para la sociedad en su conjunto, la cual, tras su análisis y en busca de un mayor bienestar social, puede modificar su estrategia en materia científica y tecnológica.

Figura 1. Modelo de integración de la ciencia, la tecnología y la sociedad



En este nuevo modelo ya no es únicamente la economía (o los decisores en materia de política científica) la que decide destinar los limitados recursos disponibles en tal o cual actividad científica o tecnológica, buscando la mayor rentabilidad posible. En esta decisión tendrá que converger con la opinión de la sociedad y, por otra parte, los resultados de la investigación no pueden ser exclusivamente económicos. El crecimiento económico tendrá que enfocarse a un desarrollo sostenible y a un desarrollo social más justo y equilibrado.

Para el seguimiento de este sistema se necesitan un conjunto de indicadores que informen de estas interrelaciones ciencia-sociedad y que son los que vamos a ver a continuación.

2.1 Indicadores de percepción pública de la ciencia, de la cultura científica y de la participación de los ciudadanos en materia de ciencia y tecnología

Las encuestas sobre percepción pública de la ciencia y de cultura científica se basan en la metodología desarrollada por la National Science Foundation (NSF) americana a partir de los años 70, que anualmente mide dichos indicadores.

En el ámbito de la Unión Europea dichos estudios han sido llevados a cabo en dos ocasiones (Eurobarómetros de 1992 y de 2001). Otros países que realizan con cierta continuidad encuestas de este tipo son Australia, Canadá, China, Japón y Méjico, aunque hay muchos otros que, bien desde ámbitos institucionales, bien desde ámbitos académicos, también han iniciado estudios de este tipo (Panamá, Argentina, Brasil, Uruguay, España...).

Por regla general, se trata de encuestas de muestra muy reducida y, en muchos casos, dirigida a determinados colectivos académicos que se supone informados en estos aspectos de ciencia y tecnología, o a ámbitos urbanos, por lo que, por un lado, los resultados pueden tener un elevado error

de muestreo y, por otro, dependiendo del colectivo objetivo, presentan un fuerte sesgo.

Estas encuestas, siguiendo la metodología de la NSF, suelen contener preguntas de tipo cualitativo enfocadas a la determinación de tres grandes grupos de indicadores:

- **Indicadores de cultura científica** (*civic scientific literacy*), que permiten distribuir a las personas de acuerdo con su **nivel de conocimiento de un vocabulario científico básico** (con preguntas en las que hay que contestar si es verdadero o falso, como por ejemplo, si la Tierra gira alrededor del Sol o si los electrones son más pequeños que los átomos) **y de unos procesos o métodos científicos** (como son un experimento científico bien diseñado o una situación probabilística bien planteada). Las personas se clasifican en público bien informado, moderadamente bien informado y con información escasa.
- **Indicadores de implicación**, atención o compromiso en ciencia y tecnología (*attentiveness to science and technology*): son una medida de la persistencia en el consumo de información sobre la materia y se calculan mediante preguntas de interés y conocimiento de materias referentes a nuevos descubrimientos y de temas sobre el uso de nuevos inventos y tecnologías, así como de hábitos de consumo de programas televisivos o radiofónicos, o de artículos de revistas y periódicos. Las personas bien informadas según el punto anterior, se clasifican de acuerdo con este indicador en **público comprometido** o atento (*attentive*), **público interesado** y **público no interesado**. Así, el público comprometido comprende a las personas bien informadas y muy implicadas en determinadas áreas de política científica y que, al mismo tiempo, son lectores regulares o consumidores televisivos y radiofónicos de temas relacionados con ciencia y tecnología.
- **Indicadores de actitud** hacia la ciencia y la tecnología. Hay dos tipos de indicadores, según que reflejen las **promesas** o beneficios de la investigación científica (*science*

promises) o las **inquietudes** o reservas hacia los cambios que pueden ocasionar los avances científicos (*science concern*).

Además de estos tres grandes grupos, según las diferentes encuestas, también se analizan otros aspectos relacionados, como pueden ser los **indicadores de actitud y capacidad ante las nuevas tecnologías** de la información y la comunicación (Internet, especialmente), **indicadores de consumo de ciencia** (no sólo a través de los medios de comunicación sino también por la frecuencia de visitas a museos, acuarios, zoológicos, bibliotecas, ...), **indicadores de creencia en fenómenos paranormales o pseudociencias** (astrología, parapsicología) y un grupo de **indicadores sobre participación activa** de los ciudadanos en materias de controversia científica o tecnológica, como puede ser la energía nuclear, la clonación humana o la ingeniería genética, incluidos los alimentos transgénicos. A diferencia de los indicadores de cultura e implicación, que dan una medida del público potencial capaz de participar en la formulación de políticas cuando surgen controversias o conflictos, los de participación muestran el público activo en esta materia, independientemente de su nivel de conocimiento e información.

Los indicadores más normalizados internacionalmente son los de cultura científica, y de hecho hay abundante literatura sobre comparaciones internacionales del nivel cultural científico de los diversos países que han llevado a cabo este tipo de encuestas, aunque su principal limitación, como ya hemos señalado antes, es el diferente ámbito poblacional utilizado y el reducido número de informantes que componen la muestra.

El resto de indicadores no tienen una metodología tan armonizada como la de cultura científica, por lo que, aunque tengan un objetivo común, la formulación de las preguntas es tan diversa que los resultados no son estrictamente comparables.

Por tanto, en este campo queda mucho trabajo por hacer en materia de normalización y armonización, pero es preciso conti-

nuar en esta línea de investigación si se quiere captar la importancia que la sociedad otorga a la I+D y su grado de implicación en la misma. Los decisores en materia científica no pueden obviar estos indicadores dado que pueden servir tanto para orientar las grandes líneas de investigación (de acuerdo a los deseos y exigencias de la sociedad, si se considera a ésta, conforme a los indicadores anteriores, involucrada en la materia), como para la propia difusión de la ciencia (si el grado de información de la sociedad sobre estos temas, según los indicadores en cuestión, no es el adecuado).

2.2 Indicadores de impacto social de la ciencia

Las iniciativas internacionales en este campo se centran, fundamentalmente, en definir un marco metodológico de referencia para estos indicadores, que tenga en cuenta tanto los aspectos teóricos de definición del concepto "impacto social", como las relaciones existentes entre ciencia y sociedad, sin olvidar los aspectos prácticos de medición del impacto. Por el momento, no existe consenso en el tratamiento que se debe dar a estos indicadores, por lo que nos vamos a limitar a poner de manifiesto las tendencias de análisis que se están realizando primordialmente en el ámbito de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), que es la organización que abandera en la actualidad este tipo de indicadores.

El concepto de "impacto social" se puede medir desde diversas perspectivas, como pueden ser el impacto de las políticas de ciencia y tecnología en la sociedad, los efectos de determinados conocimientos científicos y tecnológicos sobre la sociedad o la incidencia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social. Dependiendo de la perspectiva empleada, el diseño de los indicadores de impacto es diferente. Así, en el primer caso bastan indicadores de C+T para explicar el fenómeno; sin embargo, el impacto social desde la perspectiva de los efectos de ciertos conocimientos sobre la

sociedad es difícil de explicar sin acudir a estudios de casos, más o menos generales, que pueden analizarse de una forma retrospectiva (partiendo de innovaciones que han tenido un fuerte impacto social, se determinan los aspectos científicos del mismo) o prospectiva (cuando se inicia el estudio en una investigación determinada y se analiza el impacto social que pueda tener en el futuro). El modelo de enlaces en cadena de Kline y Rosenberg para el estudio de la innovación tecnológica aplicado a cuantificar el impacto social, propuesto por algún autor, no deja de ser una generalización de estudios de casos, por ahora de difícil interpretación y puesta en práctica.

Por último, el criterio de la incidencia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social que, a mi juicio, es el más acertado pues se define en términos macrosociales por similitud al PIB en economía; sin embargo, se necesita determinar cuál es el concepto de desarrollo o de bienestar social que se quiere emplear, si el de la filosofía utilitarista, si el de la justicia distributiva, cualquier combinación de ambas u otro planteamiento diferente.

Con respecto a las relaciones existentes entre ciencia y sociedad, lo ideal sería buscar relaciones causales, aunque por el momento nos tengamos que conformar con la existencia de correlación estadística entre las variables científicas y los indicadores sociales.

Y todo esto nos lleva a los diversos modelos prácticos propuestos para la medición del impacto social de la ciencia, desde modelos matriciales de indicadores con variable grado de dificultad en el diseño del fenómeno, hasta la obtención de un indicador sintético de C+T que se pueda contraponer a otro de tipo social, como puede ser el Índice de Desarrollo Humano (IDH) de Naciones Unidas, o cualquier otro obtenido mediante la utilización de técnicas estadísticas de análisis multivariante, pasando por la selección subjetiva de determinados indicadores sociales que de una forma directa o indirecta recojan el impacto en la sociedad de los avances científicos y técnicos.

Este último enfoque es el más interesante de todos, pues, de un modo u otro, al final en cualquier método hay que seleccionar un conjunto de indicadores que representen fielmente el fenómeno que se quiere caracterizar. Así, Alborno, Fernández Polcuch e Itzcovitz (1998) hablan de tener en cuenta al menos cinco componentes relacionados con el bienestar social (pobreza, población, educación, salud y asentamientos humanos), medidos mediante indicadores de este tipo:

1. **Pobreza:** tasa de desempleo, porcentaje de población por debajo del umbral de pobreza, salario promedio por sexo, ingresos desiguales, ...
2. **Población:** tasa de crecimiento de la población, tasa neta de inmigración, tasa de fecundidad, densidad de población, ...
3. **Educación:** tasa de población en edad escolar, tasas de escolaridad según nivel de educación, tasa de alfabetización de adultos, años de escolaridad, tasa diferencial de permanencia en la escuela entre hombres y mujeres, gasto en educación en porcentaje del PIB, ...
4. **Salud:** porcentaje de población con acceso a sistemas de saneamiento, acceso a sistemas de agua potable, esperanza de vida, peso adecuado al nacer, tasa de mortalidad infantil, inmunización contra enfermedades infecciosas, uso de métodos anticonceptivos, proporción de elementos químicos peligrosos en los alimentos, gasto público en salud en porcentaje del PIB, ...
5. **Asentamientos humanos:** tasa de crecimiento de la población urbana, pérdidas económicas y humanas debidas a desastres naturales, porcentaje de población que habita en áreas urbanas, gasto en vivienda, superficie de tierra ocupada por persona, gasto per cápita del gobierno en servicios de infraestructura urbana, ...

López Cerezo y Luján (2000) consideran que la mayoría de estos indicadores se basan en el criterio utilitarista del bienestar social, excepto los que comparan la situación entre hombres y mujeres, pues sólo reflejan un promedio o una utilidad media,

pero no una distribución de la misma, de tal forma que informen de algunas medidas de dispersión que tengan en cuenta a los más desfavorecidos. Y en ese sentido esbozan nuevos indicadores sociales que también deberían tenerse en cuenta al incorporar la filosofía sobre justicia distributiva en el concepto de bienestar social. Así, el paro de larga duración, las diferencias de acceso al agua potable o de esperanza de vida según los distintos segmentos sociales, la concentración de carencias de alfabetización o de cobertura sanitaria en ciertos segmentos poblacionales, la distancia entre el 10-20 por ciento de la población con más ingresos y el correspondiente porcentaje poblacional con menos ingresos, la concentración del riesgo ambiental en ciertos entornos urbano o rurales, son ejemplos de indicadores que complementan a los anteriores al objeto de dar una visión sobre la justicia distributiva del bienestar social.

Ahora bien, a la vista de los diversos indicadores sociales propuestos para la medición del impacto social de la ciencia, cabe plantearse la siguiente pregunta: ¿son todos ellos reflejo social de la situación científica de un país o sólo son muestra de problemas sociales derivados de la situación política, social o cultural de un país?. Por ejemplo, la densidad de población, ¿está relacionada con el nivel científico de un país? Si el nivel científico y tecnológico de un país aumenta, ¿es de esperar que disminuya o que aumente la densidad poblacional?

Por el contrario, la esperanza de vida sí que parece que tiene un fuerte componente del nivel científico y tecnológico de una comunidad o de un país, pues en él se ponen en juego aspectos tales como el desarrollo de su sistema sanitario (tanto en el número de profesionales empleados, como en la novedad de los conocimientos utilizados o en el volumen de los recursos asignados), el grado de información de la población en materia sanitaria y alimenticia, ...

Por tanto, para la medición del impacto social de la ciencia no basta con diseñar una batería de indicadores sociales, pues

en el fondo lo que mediríamos de alguna manera sería simple y llanamente el bienestar social. Además, debemos relacionar estos indicadores sociales con posibles efectos positivos o negativos del nivel científico o tecnológico, para poder hablar de impacto social de la ciencia. Pues bien, una forma de abordar este problema es partir de una lista (o de una agregación de listas) de indicadores sociales consensuados internacionalmente, como pueden ser los indicadores sociales de Naciones Unidas (que son muchos de los propuestos por Alborno y otros) o los 48 Indicadores del Milenio, del citado organismo, por no mencionar los de la OCDE o Eurostat. Y a partir de ahí, distinguir los indicadores sociales que tienen un claro componente tecnológico en su evolución, de los que no lo tienen. Quedaría un tercer conjunto de indicadores sociales que presentan una influencia indirecta de la ciencia y la tecnología. Esta distinción entre los tres diferentes grupos de indicadores se puede realizar en base a la opinión de expertos, tal como se ha hecho en otros campos del saber como, por ejemplo, para elaborar en alguna ocasión listas de productos de alta tecnología en la Comisión Europea.

Una vez determinados los indicadores sociales que se consideran de impacto social, el resto entra dentro del juego del análisis del fenómeno. Se podrá elaborar un indicador sintético por alguno de los métodos de construcción de este tipo de indicadores, se podrá efectuar un análisis de correlaciones canónicas entre las variables científicas y las variables sociales que permitan observar correlaciones positivas o negativas entre los dos grupos de variables, pero todo esto entra ya dentro del campo del análisis que realice el experto en impacto social de la ciencia.

La ventaja de esta forma de abordar el problema es su inmediatez y su rápida aplicabilidad. Se trataría de una mínima lista de indicadores sociales de impacto de la ciencia, cuya información en la mayoría de los países ya se encuentra disponible y es periódicamente actualizada. Por supuesto, a esta mínima lista se le pueden (y se le deben) agregar nuevos indicadores que

reflejen la sociedad del conocimiento y que no se hayan tenido en cuenta a la hora de normalizar los indicadores sociales en el ámbito internacional, pues algunos sistemas de indicadores sociales han quedado obsoletos en este sentido. En cualquier caso se dispondría de un núcleo básico de indicadores que reflejara el fenómeno.

En conclusión, el procedimiento de elaboración de los indicadores de impacto de la ciencia se encuentra en una fase inicial de determinación del marco metodológico en el que se desenvuelven estos indicadores, motivo por el cual no se ha avanzado en la determinación de una lista de indicadores sociales de impacto de la ciencia, aunque tal vez haya que dar la vuelta al planteamiento original de estos indicadores y empezar a consensuar una lista de indicadores, independientemente de la normalización del marco metodológico. En un momento determinado, ambas vías tenderán a converger.

3 La evolución de la ciencia y la tecnología en España: su impacto en la calidad de vida de los hogares

Bajo el modelo lineal tradicional del cambio tecnológico, ya mencionado anteriormente, la promoción de la ciencia y de la investigación científica y técnica se convierte en uno de los principios rectores de las políticas sociales y económicas, tal como ocurrió hace 25 años en España cuando se redactó nuestra Constitución. Con esta premisa, la política pública se podría limitar a inyectar fondos en el sistema. Ahora bien, en nuestro caso, al agregarse en el texto constitucional que esa promoción debería hacerse en beneficio del interés general, se atribuyó a la investigación un papel de bien o de servicio público, por el que la ciencia no sólo habría de estar al servicio de las fuerzas del mercado, sino que debería tener en cuenta otras variables diferentes al crecimiento económico, como pueden ser la justicia social, la sostenibili-

dad ambiental o los servicios públicos, por ejemplo. Y es en este aspecto de la redacción del artículo 44.2 con el que la Constitución entronca, 25 años más tarde, con las nuevas corrientes de investigación de la percepción y del impacto social de la ciencia y la tecnología que se están desarrollando en la actualidad.

Por tanto, para analizar la evolución de la investigación en España hasta la actualidad vamos a considerar dos períodos, uno antes y otro después de la promulgación de nuestra Constitución. Y para ello vamos a utilizar algunos de los indicadores expuestos en epígrafes anteriores.

3.1 La medición de la I+D en España en la etapa anterior a la Constitución

Según la OCDE, por investigación científica y desarrollo tecnológico se entiende el conjunto de trabajos creativos que se emprenden de modo sistemático a fin de aumentar el volumen de conocimientos, incluidos el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, así como la utilización de esa suma de conocimientos para concebir nuevas aplicaciones. El carácter sistemático implica un mínimo de organización y medios destinados a I+D¹. En caso contrario, estaríamos hablando de investigadores aficionados o de inventores.

Por desgracia, hasta ya entrada la Constitución, esta última situación es la que refleja la realidad española en materia de investigación. Se ha contado, desde el siglo XIX, con buenos inventores e investigadores, pero esa investigación apenas disponía ni de una infraestructura de apoyo ni de los medios necesarios para tener una cierta continuidad en el tiempo, de tal forma que fuera una semilla desde la que se desarrollara el árbol de la ciencia. Además, rara

¹ El Manual de Frascati 2002 de la OCDE señala que cualquier proyecto con un objetivo preciso y al que se le ha asignado un presupuesto satisface la definición de I+D, pero no siempre ha sido así. Antes se exigía una dedicación continua de un mínimo de personal a estas actividades para entrar en el ámbito de la definición de I+D.

vez esos inventos tenían una exitosa aplicación comercial, al menos en España.

Así, por ejemplo, y sin pretender ser exhaustivos, en 1885 el teniente de navío Isaac Peral construyó el primer sumergible con un tubo de disparo para tres torpedos, periscopio y regulador automático de profundidad, inaugurando la era de los sumergibles modernos. A principios del siglo XX, otro ingeniero español, Leonardo Torres Quevedo, inventa un sistema para dirigir a distancia mediante ondas hertzianas el timón de un barco. Luego diseñó y construyó un transbordador aéreo para cruzar las cataratas del Niágara. También ideó máquinas de calcular, así como jugadores autómatas de ajedrez.

La cima del reconocimiento a esta investigación, casi personal, española llegó en 1906, cuando Santiago Ramón y Cajal fue galardonado con el Premio Nobel de Medicina por su descubrimiento sobre el funcionamiento del sistema nervioso.

Este éxito de la ciencia española no impide que grandes escritores de la generación del 98 pusieran en duda el valor y la importancia de la investigación. Así, Miguel de Unamuno, en su famoso ensayo *El pórtico del templo* de 1906, en el mismo año en que la Fundación Nobel reconoció la labor de Ramón y Cajal, acuñó su célebre frase de “que inventen ellos”, siempre citada al hablar de la ciencia española a lo largo de todo el siglo XX, y que por su trascendencia a la hora de programar, diseñar y evaluar la política científica española, merece la pena que se transcriba en el cuadro 1.

Posteriormente, el ingeniero murciano Juan de la Cierva diseñó el autogiro, que fue probado con éxito en el aeródromo de Getafe en 1923. Este precursor de los modernos helicópteros tenía una hélice en su parte delantera, como los aviones de su época. Se llegaron a construir más de 500 autogiros.

Habrán de pasar bastantes años para que inventores españoles produzcan más “in-

Cuadro 1. ¡Que inventen ellos! (*El pórtico del templo*, M. de Unamuno, 1906)

En este ensayo conversan Sabino y Román que, según algunos críticos, son, respectivamente, símbolos de la razón científica y del deseo de fe religiosa del propio autor. Para otros, el autor está representado por Román, y Sabino es simplemente una excusa para exponer su teoría. Sin entrar en ninguna controversia filosófica, a continuación se transcribe el texto seleccionado:

ROMÁN – ¿Que nada hemos inventado? Y eso, ¿qué le hace? Así nos hemos ahorrado el esfuerzo y ahínco de tener que inventar, y nos queda más lozano y más fresco el espíritu...

SABINO – Al contrario. Es el constante esfuerzo lo que nos mantiene la lozanía y la frescura espirituales. Se ablanda, languidece y desmirría el ingenio que no se emplea...

ROMÁN – ¿Que no se emplea en inventar esas cosas?

SABINO – U otras cualesquiera...

ROMÁN – Ah! ¿Y quién te dice que no hemos inventado otras cosas?

SABINO – ¡Cosas inútiles!

ROMÁN – Y ¿quién es juez de su utilidad? Desengáñate: cuando no nos ponemos a inventar cosas de esas, es que no sentimos la necesidad de ellas.

SABINO – Pero así que otros las inventan, las tomamos de ellos, nos las apropiamos y de ellas nos servimos; ¡eso sí!

ROMÁN – Inventen, pues, ellos y nosotros nos aprovecharemos de sus invenciones. Pues confío y espero en que estarás convencido, como yo lo estoy, de que la luz eléctrica alumbrará aquí tan bien como allí donde se inventó.

SABINO – Acaso mejor.

ROMÁN – No me atrevía a decir yo tanto...

SABINO – Pero ellos, ejercitando su inventiva en inventar cosas tales, se ponen en disposición y facultad de seguir inventando, mientras nosotros...

ROMÁN – Mientras nosotros ahorramos nuestro esfuerzo.

SABINO – ¿Para qué?

ROMÁN – Para ir viviendo, y no es poco.

.....

(Y el diálogo continúa con Sabino acusando a Román de exponer en sus argumentaciones únicamente “pretextos de ociosidad”, y éste último procurando defenderse de tales acusaciones.)

ventos inútiles”, aunque de indudable éxito comercial, como el caramelo con palo de Enric Bernat en 1956 ó la fregona de Manuel Jalón Corominas en 1965.

Precisamente en este último año fue cuando un grupo de expertos españoles, en colaboración con la OCDE, realizó la primera encuesta sobre la investigación científica y técnica en España, extendida tanto al sector público como al privado. Realizada con referencia al año 1964, dos años más tarde el Ministerio de Educación y Ciencia publicó sus resultados en el denominado “Libro Amarillo”.

Más adelante, en 1967, el Grupo de Planificación del Gabinete Técnico del Patronato “Juan de la Cierva” realizó otra encuesta. La Orden de la Presidencia de Gobierno de 1 de abril de 1971 encomienda al INE la elaboración de la estadística de I+D y, bajo este mandato, este organismo publicó los resultados desde 1969 hasta 1974. Por diversos problemas metodológicos en la estimación de la I+D universitaria, los resultados de 1975 y 1976 no pudieron ser publicados y la encuesta sufrió un paréntesis en 1977 para replantearse la metodología de la encuesta. Desde 1978 se publican datos con periodicidad anual.

Hasta 1973, la I+D se realizaba fundamentalmente en el ámbito público, en el que jugaba un papel importante el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). El CSIC se fundó en 1939, sobre las instalaciones y material de la Fundación Nacional para la Investigación Científica de 1931 y los de la extinta Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, creada en 1907 como organismo dedicado plenamente a la investigación científica y técnica en los diversos ámbitos del saber. No obstante, el papel del CSIC en el sistema español de ciencia y tecnología no quedó consolidado hasta la promulgación de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (Ley 13/1986 de 14 de abril), casi ocho años después de haber sido refrendada nuestra Constitución, que le confirió una serie de funciones en relación con la política científica nacional.

Por otra parte, la investigación universitaria de los años 70 no tenía un papel especialmente relevante y habrá que esperar a la Ley Orgánica de Reforma Universitaria de 25 de agosto de 1983, también ya dentro del marco de la actual Constitución, para que la actividad investigadora de los centros de enseñanza superior tuviera un incremento notable, que ha continuado hasta la actualidad, en virtud de la asignación de una doble función, docente e investigadora, a los profesores universitarios.

La I+D empresarial, sin embargo, ha seguido en este periodo, en el mejor de los casos y salvando honrosas excepciones, la máxima unamuniana de compra mediante patentes de las invenciones del exterior, aunque, en muchos casos, y fruto de las políticas autárquicas seguidas en nuestro país, las empresas fabricaban productos obsoletos con técnicas de producción también obsoletas.

3.2 La medición de la I+D en España en la etapa posterior a la Constitución

En 1978 los gastos en actividades de I+D representaban el 0,35 del producto interior bruto español. Veinticinco años más tarde acaban de alcanzar el mítico 1 por ciento del mismo¹, cuando los países de nuestro entorno, con los que competimos comercialmente, rondan en media el 2 por ciento (véase el cuadro 2). Es verdad que España partía de una posición muy baja y que se ha conseguido bastante, pero este logro en plena era de la globalización resulta insuficiente. De hecho, en 1992 y en 1993 se consiguió rebasar la barrera del 0,9 por ciento del PIB, pero la crisis económica existente en estos años motivó una caída de la inversión en I+D, fundamentalmente en el sector empresas. Hubo que esperar hasta el año 2000 para recuperar las cotas de inversión en I+D de principios de los años 90. Esta recuperación de la actividad

¹ Desde 2001, siguiendo las recomendaciones internacionales, en la estadística de I+D elaborada por el INE también se tiene en cuenta, además de la I+D sistemática, la I+D ocasional.

Cuadro 2. Indicadores de recursos destinados a I+D. 1967-2002

	1967	1978	1991	1997	2002
GASTO INTERNO TOTAL EN I+D					
En porcentaje del PIB	0,19	0,35	0,87	0,82	1,03
Distribución porcentual por sector de ejecución					
Administraciones Públicas	53	31	21	17	15
Universidades	3	16	22	33	30
Empresas	44	53	56	49	55
Distribución porcentual por origen de los fondos					
Sector Público	42	48	46	48	44
Sector Empresas	56	50	48	45	49
Extranjero	2	1	6	7	7
Distribución porcentual por tipo de investigación					
I+D básica	12	17	19	23	19
I+D aplicada	44	45	38	39	40
Desarrollo tecnológico	44	38	43	38	42
PERSONAL DE I+D EN EDP					
Personal total en porcentaje de la población activa	0,10	0,22	0,47	0,52	0,77
Investigadores en porcentaje de la población activa	0,04	0,10	0,27	0,32	0,48
Otro personal por investigador	2,1	1,3	0,8	0,6	0,6
Gasto en I+D por investigador (miles de euros)	5	18	71	75	86

Fuente: INE, Estadística sobre las Actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico

de I+D ha estado muy influida por una política más decidida de fomento de la misma, vía deducciones fiscales de impuestos a las empresas investigadoras.

Hay varias razones que explican este desfase con la Unión Europea. En primer lugar, el peso de la investigación de las administraciones públicas ha ido disminuyendo paulatinamente, hasta reducirse a la mitad en estas últimas décadas. Esta caída se ha visto compensada por el crecimiento del sector universitario, que en ese mismo periodo ha visto duplicar su peso en la investigación nacional. Como consecuencia, la distribución entre investigación pública e investigación privada ha permanecido prácticamente estable y paritaria a lo largo de los últimos veinticinco años. No ha habido, pues, una clara apuesta por la investigación básica y aplicada, lo cual ya inicialmente representa un déficit de conocimientos a la hora de aplicar esa investigación, que en bastantes casos es mejor aprovechada en el extranjero que en el interior de nuestras fronteras.

En segundo lugar cabe destacar la escasa importancia que hasta hace muy pocos años le daban las empresas a la investigación. La cultura empresarial española era muy conservadora a la hora de arriesgar capital para conseguir nuevos productos y procesos. La competitividad se limitaba a aumentar la productividad del factor trabajo mediante el empleo de mano de obra barata, en un primer momento, y a la reducción de empleo, más adelante. En último extremo, las empresas exitosas en vez de invertir más recursos en I+D e innovación son vendidas directamente a empresas extranjeras con el fin de lograr grandes plusvalías.

Además, la I+D empresarial es realizada por muy pocas empresas, que son las que se llevan la mayor parte de las subvenciones procedentes tanto del Estado y de las comunidades autónomas, como de la Unión Europea. Las subvenciones para I+D con frecuencia y dependiendo del ciclo económico (como en la crisis de principios de los 90) son utilizadas como fuente al-

alternativa para no arriesgar recursos propios.

Como consecuencia de lo anterior, el peso de las empresas en la investigación nacional, como ya hemos comentado anteriormente, se ha mantenido estable en torno al 50 por ciento del total y el desarrollo tecnológico tampoco ha visto incrementar sus recursos, respecto a la investigación básica y aplicada.

Estos comentarios son válidos al analizar el origen de los fondos destinados a I+D, pues prácticamente tanto la estructura como el montante de la financiación pública y privada han permanecido estables durante estos 25 años. El ligero descenso de ambos en los últimos años se ha debido a la aportación de la Unión Europea a través de los Programas Marco para la Investigación.

En este periodo constitucional, el personal empleado en actividades de I+D en equivalencia a dedicación plena (EDP) en tanto por mil de la población activa ha experimentado un crecimiento prácticamente lineal, al igual que el número de investigadores en EDP, aunque en este último caso con una tendencia más acusada, por lo que si nos fijamos en los medios puestos a disposición de los investigadores para realizar sus tareas, vemos que mientras en 1978 cada investigador disponía en media de un equipo de 1,3 personas, en la actualidad este indicador se ha reducido a la mitad.

En cuanto a la medida de los resultados de esa investigación realizada en España, podemos acudir a dos tipos de indicadores, los bibliométricos y los de patentes. Respecto a los primeros, medidos por el número de artículos publicados en revistas especializadas recogidas por el Science Citation Index (SCI) que anualmente publica el Institute for Scientific Information (ISI) de Philadelphia (Estados Unidos), en el cuadro 3 se observa que la producción científica nacional ha aumentado su cuota de participación en la producción mundial en tres veces y media entre 1980 y 2000, que es un resultado muy superior al es-

fuerzo realizado en I+D. Es la paradoja española: mientras el gasto público en I+D respecto al PIB sólo se ha duplicado en estos 20 años, sin embargo el rendimiento obtenido a este esfuerzo ha sido muy superior. De hecho, el gasto público por artículo publicado en este periodo tan sólo se ha multiplicado por dos, y esto en euros corrientes sin descontar la inflación¹.

También el rendimiento de los investigadores se ha elevado, pues en 1980 se producía un artículo científico por cada cuatro investigadores del sector público y en los últimos años de los 90 se ha llegado a publicar un artículo por cada dos.

Estos buenos resultados se explican, en parte, porque tradicionalmente los científicos españoles tenían aversión a publicar en inglés, que es el idioma en que publican casi todas las revistas científicas consideradas por el ISI, rechazo que se ha visto superado por una decidida política científica de fomento a la publicación en lengua inglesa en las revistas especializadas del SCI.

Por el contrario, los resultados de las empresas no se miden por el número de artículos publicados, sino por el número de patentes solicitadas. Una patente es un derecho acordado por un gobierno a un inventor a cambio de la publicación de su invención, permitiendo a este último evitar, por un periodo convenido, que un tercero pueda utilizar su invención.

El número de patentes solicitadas en España por los residentes en este país no ha evolucionado significativamente entre 1980 y 1998, último año del que se dispone de información comparable para todo el periodo. Esto significa que el gasto en I+D de las empresas² necesario para solicitar una

¹ Por regla general, los artículos científicos son resultados de la investigación básica, que tradicionalmente es realizada por las universidades y los organismos públicos de investigación. Por esta razón se tiende a comparar la producción científica con el gasto público en I+D.

² Las patentes son resultados del desarrollo tecnológico, generalmente realizado por las empresas. De ahí que se tienda a comparar las demandas de patentes con los recursos destinados a I+D por las empresas.

Cuadro 3. Indicadores de resultados de la investigación en España. 1980-2000

	1980	1991	1998	2000 ^P
ARTÍCULOS PUBLICADOS				
Número de artículos	3.908	11.903	23.783	24.073
Artículos por 100 investigadores EDP del Sector Público	25	41	52	44
Gasto público en I+D por artículo (miles de euros)	51	105	93	108
Cuota de producción científica mundial	0,7	1,7	2,5	2,4
PATENTES SOLICITADAS POR RESIDENTES EN ESPAÑA				
Presentadas en España				
Número de patentes	1.876	2.188	2.304	..
Patentes por 100 investigadores EDP del Sector Empresas	63	19	17	..
Gasto de I+D del Sector Empresas por patente (miles de euros)	103	737	1.066	..
Presentadas en el extranjero				
Número de patentes	1.592	5.654	28.721	..
Patentes por 100 investigadores EDP del Sector Empresas	53	49	207	..
Gasto de I+D del Sector Empresas por patente (miles de euros)	121	285	86	..

P Datos provisionales

Fuentes: ISI, Science Citation Index

Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC)

OCDE

Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM)

INE

patente en España se haya multiplicado por diez en términos corrientes. Otra consecuencia es que la productividad de los investigadores de las empresas en función de las patentes solicitadas en España se haya reducido a la cuarta parte.

Sin embargo, la demanda de patentes en el extranjero ha experimentado un crecimiento exponencial en ese mismo periodo. La razón es muy sencilla. Patentar es muy caro, por lo que solicitar una patente país a país resulta muy costosa, pero si se solicita una patente europea, los derechos tienen consecuencias en todos los países firmantes del Convenio Europeo de Patentes. España lo firmó en 1987 y a partir de ese año las demandas de patentes en el extranjero crecieron vertiginosamente. Como consecuencia de ello, desde 1987 el rendimiento de cada investigador del sector privado se ha multiplicado por seis en este indicador y su coste, en términos de gasto en I+D, se ha reducido a la cuarta parte. No obstante, estos resultados se pueden considerar, en parte, ficticios. No es que ahora se patente mucho más en España, sino que

se utilizan medios más adecuados y económicos para patentar.

Se podrían analizar otros indicadores científico-tecnológicos para evaluar la evolución de la ciencia en nuestro país, tanto desde el punto de vista de los *inputs*, como de los *outputs* del sistema de ciencia y tecnología. El gasto en innovación, el número de empresas innovadoras, el porcentaje de empresas que realizan comercio electrónico, el empleo en sectores de alta tecnología, todos ellos confirman el paulatino avance de la investigación en España, pero también el retraso en comparación con los países de nuestro entorno.

Aparte de otros indicadores del impacto social de la investigación en España, como la esperanza de vida o el PIB por habitante, ya mencionados en la primera parte de este informe, merece la pena analizar otro, que además de dar una idea del grado de difusión de las innovaciones en la sociedad, permite de alguna forma observar cómo la ciencia tiene sus implicaciones en la vida cotidiana de los españoles, transformando sus comportamientos, hábitos y

Cuadro 4. Porcentaje de hogares que disponen de determinados bienes de equipamiento con contenido tecnológico. 1968-2003

	1968	1973-74	1980-81	1990-91	1996	1998	1999	2000	2002-03
Frigorífico	35	74	91	98	..	99	99	99	99
Lavadora automática	..	28	64	90	..	97	97	98	98
Lavavajillas	-	3	6	9	19	23	25	28	33
Televisor color	..	..	27	92	98	99	99	99	99
Automóvil	13	34	51	63	69	70	72	73	74
Teléfono	19	34	51	77	88	89	91	95	86
Teléfono móvil	..	..	..	..	..	..	..	..	74
Vídeo	..	..	..	44	65	69	72	75	72
Microondas	..	..	..	..	38	46	52	58	70
Ordenador personal	..	..	..	11	20	26	30	32	44
Acceso a Internet	..	..	..	..	..	..	..	..	25

Fuentes: INE, Encuesta de Equipamiento y Nivel Cultural de las Familias (1968)

INE, Encuesta de Presupuestos Familiares (1973-1991)

INE, Panel de Hogares de la Unión Europea (1996-2000)

INE, Encuesta de Empleo del Tiempo (2002-03)

costumbres. Nos estamos refiriendo al grado de penetración en los hogares de determinados bienes de equipamiento que, por su uso cada vez más generalizado, cada vez se les concede menos importancia, pero que sin duda han cambiado la sociedad española en este último cuarto de siglo (véase el cuadro 4)¹.

En 1927, una empresa estadounidense empieza a fabricar los primeros refrigeradores domésticos. Cuarenta años más tarde sólo un 35 por ciento de los hogares españoles disponía de tal aparato. Tuvieron que pasar otros doce años más para que el frigorífico estuviera implantado en el 90 por ciento de los hogares. Actualmente, se puede decir que no existen en la práctica hogares que no dispongan de, al menos, un frigorífico.

Las lavadoras automáticas que permiten programar todas las tareas de prelavado, lavado, aclarado y centrifugado se empiezan a fabricar y a vender en los años 60. En 1980 dos de cada tres hogares ya disponían

de lavadora automática y a finales de siglo se encuentra introducida en casi todos los hogares españoles. Por el contrario, la introducción del lavavajillas en dichos hogares ha tenido más dificultades y en la actualidad sólo uno de cada tres hogares dispone de este electrodoméstico. Por otra parte, este bien doméstico es el que mejor discriminaba el nivel de renta durante buena parte de este último cuarto de siglo. Así, en 1995, la proporción de hogares del tramo de renta más alto que lo incluía entre su equipamiento era 20 veces mayor que la proporción de hogares con menos renta².

En 1967 salió al mercado el primer horno de microondas de tamaño familiar. Hasta 1999 no se introdujo en más de la mitad de los hogares españoles y, sin embargo, en poco más de tres años ha alcanzado al 70 por ciento de los mismos.

Aunque las primeras emisiones electrónicas en color realizadas en Estados Unidos en 1951 no tuvieron mucho éxito, la televisión en color es el bien de equipamiento

¹ No se han tenido en cuenta los resultados aportados por la Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en los Hogares, realizada por el INE en 2002 y 2003, por haberse utilizado una única fuente común a todos los bienes de equipamiento en cada período considerado.

² Muy posiblemente la clave de la cuestión esté no tanto en el precio de este equipamiento como en el espacio a ocupar en cocinas ya equipadas con frigorífico y lavadora, y que sólo pueden admitir la instalación de un lavavajillas en el caso de que la superficie lo permita.

del hogar más generalizado en nuestro país, pues prácticamente alcanza al 100 por cien de los hogares, a pesar de que a principios de los 80 sólo uno de cada cuatro hogares disponía de este aparato. El aparato reproductor de vídeo sólo empezó a popularizarse cuando en 1976 una firma japonesa comercializa su sistema de vídeo, echando del mercado a sus rivales. A principios de los años 90, el cuarenta por ciento de los hogares disponía de un aparato reproductor de vídeo. La penetración del vídeo en los hogares ha ido en aumento hasta el año 2000, en el que parece que se ha producido un retroceso por la llegada de la tecnología digital y la aparición de los primeros DVDs a un precio asequible.

El automóvil es, para muchos, un signo externo de riqueza. En 1964 sólo se lo podían permitir un 13 por ciento de los hogares; en 1980, uno de cada dos hogares ya disponía de coche y, en la actualidad, el 74 por ciento de ellos dispone de al menos un vehículo para su transporte.

En 1924 se constituyó la empresa que monopolizaba la telefonía en España, mediante la agrupación de distintas empresas ya existentes, y comenzó la gran automatización y expansión de las redes telefónicas, convirtiéndose en 1987 en la novena red de telecomunicaciones más grande del mundo. Así, en 1967 había una instalación de teléfono fijo en el 19 por ciento de los hogares. En menos de quince años ya estaba instalado en uno de cada dos hogares y en el año 2000 llegó a su cota máxima, con un 95 por ciento de hogares con aparato telefónico. Recientemente este medio de comunicación ha sufrido un ligero retroceso en estos primeros años del siglo XXI, debido a la aparición de un nuevo fenómeno de utilización masiva como es el teléfono móvil, cuyo grado de penetración en los hogares españoles ya alcanza al 74 por ciento de los mismos. A pesar de que su comercialización comenzó tan sólo veinte años antes, fruto de la invención de una empresa sueca en 1979, el teléfono móvil es un aparato cotidiano de uso generalizado en la España actual.

El primer ordenador personal fue fabricado en 1976, pero fue en 1981 cuando se popularizó el uso del PC. No obstante, en España a principios de la década de los 90 sólo uno de cada diez hogares disponía de ordenador. Diez años más tarde el grado de penetración en los hogares se ha multiplicado por cuatro, sin duda gracias a la generalización de un sistema amigable para el usuario, que facilita su manejo y sigue una tendencia creciente gracias a esa revolución de las comunicaciones, denominada Internet, que ha creado nuevas formas de relacionarse, de trabajar, de disfrutar del ocio,... En 1991 aparece la World Wide Web (www), gigantesca red de redes de ordenadores conectados entre sí, a la que hoy tienen acceso el 25 por ciento de los hogares españoles.

De la rápida difusión de las innovaciones de los últimos años en la sociedad española se deduce, por una parte, que ya no hay miedo a lo novedoso o a lo desconocido y, por otra, que la capacidad adquisitiva de los hogares españoles permite absorber rápidamente cualquier nueva invención. Ya no hay que esperar 40 años para que un nuevo artilugio penetre suficientemente en el mercado español.

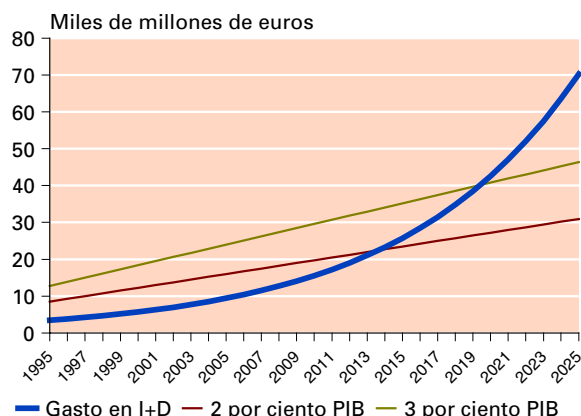
3.3 La evolución futura de la I+D en España para alcanzar los objetivos de Lisboa

Las cumbres europeas de jefes de Estado de Lisboa y Barcelona establecieron entre sus objetivos prioritarios alcanzar en 2010 una inversión media en I+D del 3 por ciento del PIB y España ratificó esos objetivos.

Para lograr esta meta, la contribución española debe aumentar notablemente, pues en 2002 el gasto en I+D de España respecto del PIB es del 1 por ciento y la media europea se sitúa en el 2 por ciento.

Ahora bien, si suponemos que la evolución del PIB en los próximos años va a seguir experimentando una tendencia lineal, tal como ha ocurrido en el periodo 1995-2002, para alcanzar una inversión en I+D de al

Gráfico 1. Gasto en I+D ajustado exponencialmente y 2 por ciento y 3 por ciento del PIB ajustado linealmente entre 1995 y 2002¹



1 De 2003 a 2025 los datos están extrapolados

La ecuación de la exponencial de ajuste del gasto en I+D en el período 1995-2002 es $y=3.117,9\exp\{0,1005x\}$, con un coeficiente de determinación de $R^2=0,99$

La ecuación de la recta de ajuste del PIB en el período 1995-2002 es $y=37.361x+387.974$, $\text{cor}R^2=0,99$

Fuentes: INE, Estadística sobre las Actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D), Contabilidad Nacional de España y elaboración propia

menos el 2 por ciento del PIB (porcentajes superiores son por ahora impensables), se necesitará que el gasto en I+D siga una tendencia exponencial, tal como ha sucedido en el mencionado periodo. De esta forma, en 2014 se podrá alcanzar el 2 por ciento del PIB en recursos destinados a I+D¹. (Gráfico 1).

Nuestro retraso actual con respecto a Europa en materia de investigación se puede cifrar en 10 años y habrá que destinar muchos más recursos a I+D para que no se acumule un mayor retraso en las próximas décadas. En efecto, con un crecimiento lineal en investigación, si la pendiente no es lo suficientemente elevada, sería muy alta la probabilidad que el 2 por ciento del PIB no se alcanzara en este siglo, incluso habiendo supuesto un crecimiento del PIB

como el experimentado en estos últimos años. Esta situación puede cambiar a medio plazo, dependiendo de la coyuntura económica internacional, produciéndose una aceleración del crecimiento del PIB, lo que haría todavía más difícil el objetivo del 2 por ciento en caso de aumentos lineales de los gastos en I+D.

Por tanto, si a la buena disposición del mercado español (como ya se ha comprobado en el apartado anterior), se añade la actual sensibilización por la investigación y la innovación de los poderes públicos, de las fuerzas políticas y sociales y de los agentes del sistema de ciencia y tecnología, situación que no se había dado en todo el siglo anterior, se puede concluir que gran parte de los cimientos de la ciencia en España están contruidos. Sólo falta inyectar más recursos, a partir de un diseño eficiente del sistema, y poner a trabajar a una población (altamente cualificada, por cierto) en la construcción del edificio. Esperemos que en poco tiempo se pueda colocar la bandera española en lo alto del mismo, porque eso significará que, al menos, habremos cubierto aguas.

4 Bibliografía

ANGULO, C. y GARCÍA, M.A. (1995). "Información estadística en ciencia, tecnología e innovación". *Estudios COTEC* nº 4

COMISIÓN EUROPEA. (2001). "Cuadro de indicadores de la innovación 2001". *Innovación & Transferencia de Tecnología*

COMISIÓN EUROPEA. (2001). *Towards a european research area. Key figures 2001. Special edition: Indicators for benchmarking of national research policies*. Luxemburgo

¹ Si se mantuviera este esfuerzo exponencial, en 2020 se llegaría al 3 por ciento del PIB, que es el objetivo marcado a nivel europeo para 2010.

COMISIÓN EUROPEA. (2001). "Eurobarometer 55.2. Europeans, Science and technology". http://europa.eu.int/comm/public_opinion

COMISIÓN EUROPEA. (2003). "2003 European innovation scoreboard: technical paper nº 6 Methodology report". *European innovation scoreboard 2003*. www.cordis.lu/scoreboard/

EL PAÍS-AGUILAR. (2000). "Los inventos del milenio".

ESTÉBANEZ, M. E. (1997). "La medición del impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social". www.ricyt.org

EUROSTAT. (2004). "Indicateurs structurels". <http://europa.eu.int/comm/eurostat>

FERNÁNDEZ POLCUCH, E. (2001). "La medición del impacto social de la ciencia y tecnología". *Temas actuales de indicadores de ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe*. Mario Albornoz (compilador). RICYT. Buenos Aires

INE. (1991). *Indicadores Sociales*. Madrid

INE. (1994). "Ciencia y tecnología". *Panorámica Social de España*. Madrid

INE. (Varios años). *Estadística sobre las Actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D)*. Madrid

INE. (Varios años). *Encuesta de Presupuestos Familiares*. Madrid

INE. (Varios años). *Panel de Hogares de la Unión Europea*. Madrid

INE. (2004). *Encuesta de Empleo del Tiempo 2002-2003*. Madrid

ITZCOVITZ, V., FERNÁNDEZ POLCUCH, E. y ALBORNOZ, M. (1998). "Propuesta metodológica sobre la medición del impacto de la CyT sobre el desarrollo social". www.ricyt.org

LÓPEZ CERESO, J.A. y LUJÁN, J.L. (2002). "Observaciones sobre los indicadores de impacto social". *Indicadores de Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Agenda 2002*. RICYT. Buenos Aires

OCDE. (2002). "Frascati Manual. Proposed standard practice for surveys on research and experimental development". París

OEI/RICYT. (2003). "Proyecto iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana. Resultados de la encuesta realizada en Argentina, Brasil, España y Uruguay". www.ricyt.org

URUETA W. (2001). "La percepción pública de la ciencia y la tecnología en México". *Temas actuales de indicadores de ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe*. Mario Albornoz (compilador). RICYT. Buenos Aires

Anexo

Cuadros de indicadores

Cuadro A. Indicadores tradicionales de ciencia y tecnología

Tipo indicador	Familia de indicadores	Principales indicadores
Input	Actividades en I+D	Gasto interno en I+D en porcentaje del PIB Personal empleado en I+D en tanto por mil de la población activa
	Recursos humanos en ciencia y tecnología (RHCT)	Stock de RHCT Flujos de entrada procedentes de la enseñanza y de la migración
Mixtos de input y output	Innovación tecnológica en las empresas	Porcentaje de empresas innovadoras Gasto en innovación Estructura del Gasto Porcentaje de cifra de negocios debida a innovaciones
Output	Patentes	Demandas de patentes nacionales (de residentes, tasa de dependencia, coeficiente de inventiva,...) Cuota de demanda de patentes (europeas, de la OMPI,...)
	Bibliometría	Cuota de producción mundial de publicaciones científicas
Impacto económico	Balanza de pagos tecnológicos	Saldo Tasa de cobertura
	Productos y ramas de alta tecnología	Saldo comercial Producción

Cuadro B. Cuadro europeo de indicadores de la innovación

Categoría	Nº	Indicador
1. Recursos humanos	1.1	Nuevos titulados superiores en ciencia y tecnología en tanto por mil de la población de 20 a 29 años de edad
	1.2	Porcentaje de población de 25 a 64 años de edad con educación superior
	1.3	Porcentaje de población de 25 a 64 años de edad que participa en actividades de formación continua
	1.4	Porcentaje de población ocupada en industrias de alta tecnología y de tecnología media-alta
	1.5	Porcentaje de población ocupada en servicios de alta tecnología
2. Creación de conocimiento	2.1	Gasto público en I+D en porcentaje del PIB
	2.2	Gasto privado en I+D en porcentaje del PIB
	2.3.1	Demanda de patentes europeas de alta tecnología por millón de habitantes
	2.3.2	Demanda de patentes estadounidenses de alta tecnología por millón de habitantes
3. Transmisión y aplicación de conocimientos	3.1	Porcentaje de PYMES industriales innovadoras
	3.2	Porcentaje de PYMES que cooperan en innovación
	3.3	Gasto en innovación en porcentaje de las ventas totales en la industria
4. Financiación de la innovación, resultados y mercados	4.1	Inversión de capital-riesgo en alta tecnología en porcentaje del PIB
	4.2	Capitales obtenidos en mercados secundarios, más los obtenidos por nuevas empresas en las principales bolsas, en porcentaje del PIB
	4.3	Porcentaje de las ventas de las empresas industriales debidas a nuevos productos introducidos en el mercado
	4.4	Porcentaje de hogares con conexión a Internet
	4.5	Cuota de mercado de TIC en porcentaje del PIB
	4.6	Porcentaje del valor añadido industrial de los sectores de alta tecnología

Nota: para el cuadro de 2003 se han incorporado nuevos indicadores, como la demanda total de patentes, distinguiendo entre europeas y americanas, el capital riesgo en fase inicial en porcentaje del PIB, el porcentaje de las ventas de las empresas debidas a productos nuevos para ellas (pero no nuevos en el mercado) y la tasa de volatilidad de las empresas (empresas creadas menos empresas cerradas). Además, estos dos últimos indicadores, así como los indicadores 3.1, 3.2, 3.3 y 4.3 se han dividido entre empresas manufactureras y de servicios.

Cuadro C. Indicadores para la comparación de las políticas nacionales de investigación en Europa

Tema	Indicador
Recursos humanos en I+D, incluido el interés por profesiones de C+T	Investigadores con relación a la población activa Nuevos titulados superiores en ciencia y tecnología en relación con la población entre 20 y 29 años de edad Jóvenes investigadores contratados en universidades y centros públicos de investigación, respecto al total de investigadores Porcentaje de mujeres en el total de investigadores de universidades y centros públicos de investigación Porcentaje de investigadores extranjeros en el total de investigadores de universidades y centros públicos de investigación
Inversión pública y privada en I+D	Gasto total en I+D en porcentaje del PIB y su distribución según el origen de fondos I+D financiada por las empresas respecto al PIB industrial Porcentaje de los presupuestos públicos destinados a investigación Porcentaje de PYMES que realizan I+D con financiación pública Volumen de inversión de capital-riesgo en las primeras fases (concepción y puesta en marcha) en porcentaje del PIB
Productividad científica y tecnológica	Número de patentes por habitante solicitadas en la Oficina Europea de Patentes y en la Oficina de Estados Unidos de Patentes y Marcas Número de publicaciones científicas y de artículos más citados por habitante Número de <i>spin-offs</i> generados por universidades y centros de investigación Porcentaje de empresas innovadoras que cooperan en innovación con otras empresas/universidades/organismos públicos de investigación Tasa de utilización de redes electrónicas de banda ancha para la investigación por los laboratorios de I+D
Impacto de la I+D en el empleo y en la competitividad económica	Tasa de crecimiento de la productividad aparente del factor trabajo Cuota de las industrias de alta y media-alta tecnología (más su contribución al crecimiento) en el empleo total y en el valor añadido bruto Cuota de los servicios intensivos en conocimiento (más su contribución al crecimiento) en el empleo total y en el valor añadido bruto Ingresos de la Balanza de Pagos Tecnológicos en porcentaje del PIB Crecimiento de la cuota mundial de mercado de las exportaciones de productos de alta tecnología

Cuadro D. Lista de indicadores estructurales

(Continúa)

Área	Nº	Indicador
Contexto económico general	EB01	PIB por habitante en PPA y tasa de crecimiento real del PIB
	EB02	Productividad del trabajo por persona ocupada y por hora trabajada
	EB03	Crecimiento del empleo (total y por sexo)
	EB04	Tasa de inflación
	EB05	Crecimiento de los costes laborales unitarios
	EB06	Déficit público
	EB07	Deuda pública
Empleo	EM01	Tasa de empleo (total y por sexo) y tasa de empleo de los trabajadores de 55 a 64 años (total y por sexo)
	EM02	Edad media efectiva de salida del mercado de trabajo (total y por sexo)
	EM03	Diferencias salariales entre hombres y mujeres
	EM04	Presión fiscal en asalariados con sueldos bajos y trampa del paro
	EM05	Formación continua (participación de adultos en formación y educación) (total y por sexo)
	EM06	Accidentes laborales graves (total y por sexo) y mortales
	EM07	Tasa de paro (total y por sexo)
Innovación e investigación	IR01	Gasto en recursos humanos (gasto público en educación respecto al PIB)
	IR02	Gasto en I+D en porcentaje del PIB y su distribución por origen de fondos (empresas, administraciones públicas y extranjero)
	IR03	Porcentaje de hogares/empresas con acceso a Internet
	IR04	Nuevos titulados superiores en ciencia y tecnología por cada 1.000 habitantes entre 20 y 29 años de edad (total y por sexo)
	IR05	Demandas de patentes por millón de habitantes en la Oficina Europea de Patentes y en la Oficina de Estados Unidos de Patentes y Marcas
	IR06	Inversión en capital-riesgo como porcentaje del PIB en fase inicial y en fase de expansión
	IR07	Gasto en TIC en porcentaje del PIB, desagregado entre telecomunicaciones (equipos y servicios) y tecnologías de la información (hardware, software y servicios)
	IR08	Comercio electrónico (porcentaje de la cifra de negocios de las empresas procedente del comercio electrónico)
	IR09	Nivel de educación de los jóvenes (total y por sexo) (porcentaje de jóvenes de 20 a 24 años con al menos educación secundaria de segunda etapa)
Reforma económica	ER01	Niveles de precios relativos y convergencia de precios entre los Estados miembros de la UE
	ER02	Precios de las telecomunicaciones (llamadas locales, nacionales y a Estados Unidos), de la electricidad y del gas (a hogares e industria)
	ER03	Cuota de mercado del mayor productor eléctrico, del operador histórico en telecomunicaciones fijas (llamadas locales, nacionales e internacionales) y del principal operador en móviles
	ER04	Licitaciones públicas en porcentaje del PIB
	ER05	Ayudas sectoriales y ad-hoc del Estado
	ER06	Convergencia de tipos de interés (hipotecas, préstamos a empresas inferiores y superiores a un año), integración del comercio de bienes, de servicios e intensidad de inversiones exteriores directas
	ER07	Inversión empresarial (formación bruta de capital fijo del sector privado en porcentaje del PIB)
	ER08	Demografía empresarial (tasas de creación, de supervivencia y de cierre de empresas)

Cuadro D. Lista de indicadores estructurales

(Conclusión)

Área	Nº	Indicador
Cohesión social	SC01	Distribución de la renta S80/20 (cociente entre el total de renta recibida por el 20 por ciento de la población con mayor nivel de renta neta equivalente y el total de renta recibida por el 20 por ciento con menor nivel de renta)
	SC02	Tasa de riesgo de pobreza antes y después de las transferencias sociales (total y por sexo) (porcentaje de personas cuya renta neta equivalente es inferior al umbral del riesgo de pobreza, fijada en el 60 por ciento de la renta neta mediana nacional equivalente, después de transferencias)
	SC03	Tasa de riesgo de pobreza persistente (porcentaje de personas cuya renta equivalente está por debajo del umbral del riesgo de pobreza en el año actual y en al menos dos de los tres años anteriores) (total y por sexo)
	SC04	Dispersión de las tasas de empleo regionales o cohesión regional (coeficiente de variación de las tasas de empleo regionales dentro de cada país) (total y por sexo)
	SC05	Abandono escolar temprano (total y por sexo) (proporción de la población de entre 18 y 24 años de edad con nivel de estudios de primera etapa de secundaria o inferior, y que no siguen ningún tipo de enseñanza o formación)
	SC06	Tasa de paro de larga duración (total y por sexo) (parados que llevan 1 año o más en paro en porcentaje de la población activa)
	SC07	Proporción de niños de 0 a 17 años y de adultos de 18 a 59 años (total y por sexo) que viven en hogares en los que no trabaja ninguno de sus miembros
Medio ambiente	EN01	Índice de emisiones de gas de efecto invernadero (año 1990=100)
	EN02	Intensidad energética de la economía (consumo interior bruto de energía -carbón, electricidad, petróleo, gas y fuentes de energía renovables- con relación al PIB)
	EN03	Volumen de transporte de mercancías y de pasajeros con relación al PIB, porcentaje del transporte interior de mercancías realizado por carretera y porcentaje del transporte interior de viajeros realizado en automóvil
	EN04	Porcentaje de población urbana expuesta a contaminación por ozono o por partículas
	EN05	Residuos municipales recogidos, vertidos e incinerados (en kilogramos por persona y año)
	EN06	Cuota de la electricidad producida por fuentes de energía renovables en el consumo nacional bruto de electricidad
	EN07	Porcentaje de capturas en caladeros de pesca que se consideran fuera de los límites biológicos de seguridad y porcentaje del territorio nacional propuesto por los países para la conservación de los hábitats naturales así como la flora y fauna salvaje y para la conservación de las aves salvajes