



Proyecto de investigación para analizar las capacidades científicas y tecnológicas de la economía en España a partir de indicadores cuantitativos y cualitativos de I+D+i

Autor: Elías Sanz Casado

Institución: Universidad Carlos III de Madrid

Otros autores: Luis Manuel Plaza-Gómez (CSIC); María Luis Lascurain-Sánchez (Universidad Carlos III de Madrid); Begoña Granadino-Goenechea (CSIC); Carlos García-Zorita (Universidad Carlos III de Madrid); Esther García-Carpintero (CSIC)

Resumen

Cada vez con mayor fuerza, los modelos económicos en los países desarrollados están estrechamente ligados a la incorporación de criterios de sostenibilidad a los sectores de producción basados en el conocimiento científico y tecnológico.

Una estrategia fundamental, en el campo de la sostenibilidad medio ambiental, consiste en el fomento de la generación de nuevo conocimiento, así como en la adaptación del existente, dirigido originalmente con otros propósitos. Una producción limpia, un uso eficiente de la energía, y el reciclado adecuado de los recursos naturales son algunos de los campos dependientes de este nuevo conocimiento.

Este proyecto de investigación tiene dos objetivos fundamentales: Por un lado, y desde una vertiente cuantitativa, caracterizar la innovación tecnológica en España en las áreas vinculadas con la eco-economía a partir de las patentes concedidas entre 1995 y 2009, así como determinar la transferencia ciencia-tecnología relacionando las publicaciones en el ámbito internacional realizadas por investigadores de instituciones españolas en dichas áreas con las invenciones patentadas. La otra vertiente es de tipo cualitativo, y consiste en analizar el conocimiento y las tecnologías codificadas en las patentes españolas que permitan un desarrollo sostenible desde el punto de vista medioambiental, en áreas tales como la producción limpia, la eficiencia energética, o la reutilización de recursos naturales. Para ello, también se están estudiando los aspectos implicados en la colaboración existente o posible, entre la empresa y el sistema público de investigación.

La información necesaria para los objetivos del proyecto se han obtenido de diversas fuentes: en Web of Science se han recogido la producción científica en eco-economía publicada por las instituciones españolas, y de las bases de datos de patentes INVENES (de la OEPM) y Derwent Innovations Index se han recogido las patentes en esta temática concedidas a solicitantes españoles. Una vez identificadas las empresas activas en estos campos se realizará una encuesta para conocer sus actividades principales en I+D+i y producción.

Los resultados de este proyecto constituirán una base de conocimiento útil para la planificación de políticas públicas y privadas de I+D en ámbitos propios de la eco-economía así como para el establecimiento de los mecanismos más adecuados de interacción pública-privada desde el punto de vista de la prospectiva científica, tecnológica y de mercado.

Palabras claves: Eco-economía, Sostenibilidad, I+D+i, Eficiencia energética, Análisis bibliométrico, Encuestas.

1. INTRODUCCIÓN

El término «eco-economía» representa la noción básica de que si la economía debe progresar, y para ello ésta tiene que ser compatible con la salvaguarda de los recursos ecológicos. Dicho de otra forma; la eco-economía es aquella forma de progreso económico que pone en valor todos los mecanismos posibles para no poner en peligro los recursos medioambientales que, en definitiva, constituyen las fuentes de las que se sirven los sistemas productivos y los consumidores.

Los cambios de patrones económicos planteados actualmente en la mayoría de los países se asocian con la incorporación masiva, en los sectores productivos, de conocimiento científico y tecnológico con criterios de sostenibilidad.

En el ámbito de la sostenibilidad medioambiental, la necesidad de generar nuevos conocimientos y de adaptar conocimientos existentes, que inicialmente podían tener otros propósitos, constituye una estrategia fundamental. La producción limpia, la eficiencia energética y la reutilización de recursos naturales son algunos ámbitos dependientes del conocimiento.

Nada de esto puede entenderse si no se relaciona con conceptos tales como nueva economía, recursos renovables, eficiencia energética y, en definitiva, desarrollo sostenible. Así, la nueva economía se centraría en la información y el conocimiento como bases de la producción, la productividad y la competitividad.

Si la “nueva economía” es un término de finales de los años 90, será en 1992, en la Declaración de Río, cuando se aplique al desarrollo socioeconómico los términos de **desarrollo sostenible, perdurable o sustentable**, formalizado en el *Informe Brundtland* (2000) y definido como aquel que *satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones*. Implica un cambio muy importante en cuanto a la idea de sustentabilidad, principalmente ecológica, y a un marco que da también énfasis al contexto económico y social del desarrollo. **Sostenibilidad** y su sinónimo **sustentabilidad** se refieren al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno y, por extensión, se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación del mismo.

La razón de ser del desarrollo sostenible proviene tanto del hecho de tener unos recursos naturales limitados (nutrientes en el suelo, agua potable, minerales, bosques, etc.), susceptibles de agotarse, como del hecho de que una creciente actividad económica sin más criterio que el económico produce tanto a escala local como planetaria graves problemas medioambientales que pueden llegar a ser irreversibles.

El desarrollo sostenible se refiere, por tanto, a la totalidad de las actividades humanas, aunque se muestra especialmente ligado a la agricultura y a las actividades productivas y de servicios, dando lugar al conjunto de actividades denominadas *Producción Más Limpia*. Estas actividades parten del principio de sostenibilidad de las actividades humanas requeridas para suplir necesidades básicas y suplementarias, muy vinculadas con la calidad de vida, incorporando elementos como mínimas emisiones, buenas prácticas de producción y operación, manejo adecuado y aprovechamiento del subproducto y el residuo, disminución en el consumo de insumos, etc.

El desarrollo y el bienestar social están limitados por el nivel tecnológico, los recursos del medio ambiente y la capacidad del medio ambiente para absorber los efectos de la actividad humana. Ante esta situación, se plantea la necesidad de mejorar la tecnología y la organización social de forma que el medio ambiente pueda recuperarse al mismo ritmo que es afectado por la actividad humana.

Por otro lado, entendemos por eficiencia energética la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Se puede mejorar mediante la implantación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos de consumo en la sociedad. La industria es uno de los sectores de la sociedad más necesitados del ahorro de energía, ya que su logro supone una mayor competitividad. En general las empresas son grandes consumidoras de electricidad, por ejemplo las cementeras, metalúrgicas, cerámicas, etc. y, por tanto se ven obligadas a aplicar en sus procesos de producción diversas estrategias de producción y tecnologías para reducir al máximo el consumo de electricidad.

Un recurso natural es considerado como un recurso renovable si se puede restaurar por procesos naturales a una velocidad similar o superior a la de consumo por los seres humanos. La radiación solar, las mareas, el viento y la energía hidroeléctrica son recursos perpetuos que no corren peligro de agotarse a largo plazo. Los recursos renovables también incluyen materiales como madera, papel, cuero, etc. si son producidos en forma sostenible.

Algunos recursos renovables como la energía geotérmica, el agua dulce, madera y biomasa deben ser manejados cuidadosamente para evitar exceder la capacidad regeneradora mundial de los mismos. Es necesario estimar la capacidad de renovación (sostenibilidad) de tales recursos. Productos como la gasolina, el carbón, gas natural, diesel y otros productos derivados de los combustibles fósiles no son renovables o sea que no presentan sostenibilidad. Se diferencian de los recursos renovables porque éstos pueden tener una productividad sostenible; es decir que son inagotables.

El liderazgo asumido por la Unión Europea para promocionar e impulsar el desarrollo sostenible tiene su punto de inicio en la V Conferencia Ministerial “Medio Ambiente para Europa”, celebrada en Kiev en 2003. Pese a las acciones y programas emprendidos desde entonces, los avances en materia de sostenibilidad han sido limitados, a pesar de que el consumo y la producción sostenibles han venido ocupando numerosas agendas políticas en los países europeos. El incremento de la producción y del consumo genera cada vez más impactos sobre el medio ambiente. Para España, como para el resto de los países, se plantean crecientes dificultades para atenuar y prevenir los múltiples impactos que la economía actual, (pese a sus cíclicos períodos de ralentización o recesión) producen en el ambiente y, en definitiva, en nuestra calidad de vida y en la de las generaciones venideras.

La producción y utilización de recursos, el consumo y la generación de residuos son los elementos clave para analizar y comprender las causas del creciente deterioro medioambiental y sus consecuencias a diferentes escalas, entre ellas la social y la económica.

Este tipo de problemas no pueden entenderse únicamente a escala nacional, dada la naturaleza transfronteriza de los mismos y la necesidad de soluciones a escala multinacional o regional. En España, como en el resto de Europa occidental, los sectores económicos con una mayor incidencia medioambiental son los de la energía, transporte y agricultura. Por otra parte, la variación que experimentan los hábitos de consumo y el crecimiento de éste en los últimos años, están produciendo un fuerte impacto que se traduce no sólo en la generación de una creciente y cada vez más diversificada producción de residuos, sino en una mayor demanda de productos y servicios que son a su vez nuevas fuentes de impactos ambientales. Las medidas implantadas para la reutilización de residuos y subproductos de distinta naturaleza se revelan insuficientes ante la creciente generación de residuos urbanos e industriales, siendo entre estos últimos un verdadero problema aquellos resultantes del uso civil de la energía nuclear (tema que está produciendo actualmente en España un creciente debate social), así como otros derivados de las actividades de las industrias químicas y de las actividades agrarias.

En España, los estudios multidimensionales sobre el medio ambiente corresponden fundamentalmente a informes elaborados por distintos departamentos ministeriales y consejerías de Comunidades Autónomas. Dichos informes inciden con frecuencia en la elaboración y análisis del contexto económico, social, administrativo y sobre las políticas ambientales, los sistemas de información ambiental y los estudios de vigilancia tecnológica. Sin embargo, no es sencillo encontrar estudios de relevancia sobre el contexto científico, así como sobre el contexto tecnológico, entendido este último, no como un sumatorio de informes de vigilancia tecnológica, sino como un análisis de aplicabilidad real de las tecnologías y de su interés potencial a corto o medio plazo.

El proyecto que se plantea en esta propuesta pretende, entre otros objetivos, identificar y analizar el conocimiento científico y tecnológico codificado en patentes de inventores españoles en sectores relacionados fuertemente con la eco-economía. El análisis se centra en el estudio de las patentes generadas en universidades, centros de investigación y empresas españolas que son susceptibles de ser explotadas en desarrollos industriales y productivos sostenibles, así como de las publicaciones científicas recogidas en las bases de datos internacionales de gran prestigio.

El carácter multidisciplinar y multisectorial de los ámbitos objeto de estudio supera un análisis temático simple basado en la clasificación estándar de las patentes en las bases de datos convencionales. Por ello se requiere, en una primera etapa de la investigación, identificar las interrelaciones entre temas para generar espacios diferenciados para la selección de las patentes.

Esta propuesta incide realmente en los mencionados aspectos de contexto tanto en sus variables cuantitativas como cualitativas, así como en la necesidad de obtener información fiable sobre la transferencia de conocimientos en estos ámbitos y sobre las necesidades en materia de cooperación científico-técnica entre el sistema público español de I+D y nuestras empresas implicadas en eco-economía. Igualmente, el estudio propuesto aborda la identificación de obstáculos y posibles soluciones en materia de transferencia y cooperación. Por otra parte, el estudio pretende conocer las necesidades reales del sector empresarial en lo que a conocimientos científicos y tecnológicos se refiere.

En definitiva, el estudio propuesto pretende generar una serie de informaciones con alto valor añadido, así como una herramienta de consulta, que permita orientar las prioridades de investigación científica en España en ámbitos de la eco-economía.

Los investigadores responsables de esta propuesta entendemos que el estudio se plantea en un momento especialmente comprometido para la economía española y que los resultados del mismo pueden ser de importancia estratégica para el diseño y planificación de medidas y políticas de I+D+i capaces de impulsar un desarrollo sostenible y contribuir a la recuperación económica en sectores con fuerte impacto en los recursos naturales, así como en el propio ámbito de la protección y conservación del medio ambiente en nuestro país.

Actualmente, las investigaciones que se están realizando en España sobre este tema implican de manera muy importante a las universidades, ya que se han involucrado de manera efectiva en el desarrollo y tratamiento de soluciones relacionadas con la economía ecológica. En la actualidad se contabilizan más de ochenta grupos de investigación con actividades vinculadas a la ecología y al medio ambiente. El número de grupos y la importancia de los resultados es mayor al ampliar el área de trabajo a aspectos relacionados con la energía solar térmica, la energía solar termoeléctrica, las pilas de combustible, los biocombustibles, los biocarburantes, el bioclimatismo, la biomasa (gaseosa, líquida, sólida), la energía (eólica, geotérmica, alternativa, fotovoltaica), la incineración de residuos y la potencia hidroeléctrica. En este sentido, hay que destacar el papel que juega España en la investigación y desarrollo de este tipo de energías.

La actividad investigadora de la universidad está dirigida de una manera nítida a la aplicación de sus resultados en la industria, lo que se plasma en un creciente número de patentes relacionadas y en el elevado número de proyectos de investigación mixtos (universidad-empresa) o simplemente financiados en su totalidad por la iniciativa privada. Como muestra de lo señalado, tenemos grupos de investigación como el Centro de Desarrollo de Energías Renovables - Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CEDER-CIEMAT), el Instituto de Investigación en Energías Renovables o el CARTIF - Área de Biocombustibles, todos ellos de la Universidad de Castilla La Mancha.

La Universidad de Jaén cuenta con los grupos de Investigación y Desarrollo en Energía Solar y Automática, de Investigación y Tecnología Eléctrica, de Ingeniería Química y Ambiental, de Bioprocesos y de Modelización de la Atmósfera y Radiación Solar. El Instituto de Tecnología Química y el Instituto de Ingeniería Energética (IIE), ambos de la Universidad Politécnica de Valencia; el grupo de Altas Energías, el Grupo de Membranas y Energías renovables, pertenecientes a la Universidad Complutense son ejemplos de la amplia participación de nuestras universidades en las áreas de investigación objeto de este proyecto, hasta el punto de poder afirmar que en todas las universidades existe algún grupo de investigación con producción de nuestro interés. Citamos, por último, a los grupos de Economía de la Energía, de Ingeniería de Sistemas Energéticos y de Ingeniería Térmica, Energía y Atmósfera (ITEA), todos ellos de la Universidad Carlos III de Madrid.

Hay que tener en cuenta que cada día es más imperiosa la necesidad que tiene la industria española de invertir en investigación propia, y concretamente en aspectos relacionados con la economía ecológica. Así, por ejemplo, todas las grandes empresas españolas del sector energético poseen grupos de I+D+i, algunos de los cuales se han convertido en referentes mundiales en, por ejemplo, el desarrollo de energías renovables. En el entorno de estas grandes empresas, son muy numerosas las pymes con una fuerte componente de innovación e investigación en áreas afines a las de las grandes y en otras áreas como las relacionadas con la biotecnología, la farmacia, la nanotecnología, las telecomunicaciones, etc.

Por otro lado, la OCDE está realizando una importante labor de sensibilización en el desarrollo sostenible. Con este fin está llevando a cabo un importante número de programas dirigidos a potenciar los estudios sobre sostenibilidad, como es el *Horizontal Programme on Sustainable Development*, cuya finalidad es promover los estudios en las áreas de economía, medio ambiente y temas sociales. Todo esto es supervisado anualmente en el *Annual Meeting of Sustainable Development Experts* (AMSDE), donde expertos de distintos países se encargan de seguir, analizar y discutir el progreso y las perspectivas en el desarrollo sostenible en los países de la OCDE. La labor del AMSDE es amplia y diversa, puesto que también supervisa proyectos específicos relativos al desarrollo sostenible, realiza valoraciones y promueve estrategias sobre sostenibilidad entre otras actividades.

La OCDE en los temas de sostenibilidad trabaja estrechamente con la Comisión en Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (UNCSD), realizando investigaciones conjuntas sobre determinados temas, como la energía para el desarrollo sostenible, y hacia una agricultura sostenible. También la OCDE trabaja en conjunto con la UNESCO en la educación para el desarrollo sostenible.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1. Hipótesis

La hipótesis de partida que sustenta los objetivos de este proyecto es que existe una base de conocimientos científicos y tecnológicos generados como consecuencia de las actividades de I+D en los sectores públicos y privados en España, y que estos conocimientos tienen un carácter estratégico por su capacidad de contribuir al desarrollo de los sectores productivos y de servicios implicados en la eco-economía. La identificación de esta base de conocimientos, fundamentalmente a través del análisis de publicaciones científicas y de patentes, así como la identificación de los centros de investigación y las empresas especialmente vinculados con la producción de este conocimiento, podrá constituir una información básica para el establecimiento de políticas y estrategias de I+D más fácilmente orientadas y de mayor impacto en ámbitos como el ahorro energético y el desarrollo de tecnologías limpias y la reutilización de recursos naturales, entre otras actividades.

2.2. Objetivos del proyecto

Los objetivos globales de este proyecto se van a abordar desde 2 vertientes:

- Por un lado, y desde una vertiente cuantitativa, se va a caracterizar la innovación tecnológica en España en las áreas vinculadas con la eco-economía a partir de las patentes concedidas entre 1995 y 2009 y recogidas en las bases de datos *INVENES* (de la Oficina Española de Patentes y Marcas) y *Derwent Innovations Index*, así como a partir de la transferencia ciencia-tecnología, relacionando las invenciones en dichas áreas con la actividad científica publicada en el ámbito internacional por autores de las instituciones españolas. Para ello, se analizará la producción científica publicada en revistas recogidas por las bases de datos de *Web of Science* y *SCOPUS*. A partir de estos objetivos se podrá:

- Establecer unos criterios para la búsqueda y la selección de información bibliográfica correspondiente a las publicaciones científicas así como las patentes en los ámbitos que son objeto de estudio: energías alternativas y utilización y reutilización de recursos y subproductos biológicos.
- Recuperar y analizar las publicaciones científicas y las patentes seleccionadas con los criterios de búsqueda y selección a fin de identificar la cantidad de conocimientos científicos y tecnológicos actualmente existentes, así como su desagregación en temas específicos dentro de cada uno de los ámbitos considerados en este proyecto.
- Identificar los agentes productores de estos conocimientos y tecnologías (centros de investigación y empresas implicados) y elaborar los correspondientes mapas de instituciones y empresas de acuerdo con las temáticas específicas consideradas en cada uno de los tres grandes apartados.

- La otra vertiente que se abordará en este proyecto es de tipo cualitativo, y consistirá en analizar el conocimiento y las tecnologías codificadas en las patentes españolas que permitan un desarrollo sostenible desde el punto de vista medioambiental, en áreas tales como la producción limpia, la eficiencia energética, o la reutilización de recursos naturales. En este sentido, y dado el carácter multidisciplinar y multisectorial de los campos objeto de estudio, el análisis no puede realizarse aprovechando la clasificación estandar de las patentes en las bases de datos más importantes como EPO, USPTO y OEPM. Será necesario, en primer lugar identificar la interrelaciones entre temas objeto de las patentes y generar campos diferenciados para la selección de las mismas, generadas por universidades, centros de investigación y empresas españolas.

Una vez identificadas las empresas activas en estos campos se realizará una encuesta para conocer sus actividades principales en I+D+i y producción. Al mismo tiempo se estudiarán los aspectos implicados en la colaboración existente o posible, entre la empresa y el sistema público de investigación.

Estos objetivos permitirán:

- Identificar, sobre la base de las encuestas de innovación del INE, aquellas empresas españolas innovadoras que tienen una actividad relevante en alguna de las tres áreas arriba mencionadas.

- Determinar el grado de colaboración, y sus características, entre el sector público de I+D+i y el sector empresarial en la generación de conocimientos científicos y tecnológicos sobre la base de la información analizada, con el fin de determinar los patrones de la colaboración, así como los posibles obstáculos existentes.
- Identificar el impacto real de las patentes en los sectores productivos, determinando, mediante encuesta a los titulares de dichas patentes, el porcentaje y tipología de las mismas que están en fase de explotación industrial.
- Conocer, mediante el método de encuesta y/o entrevista guiada, la opinión de los investigadores autores de las publicaciones científicas, sobre las potencialidades de aplicación de los resultados de sus investigaciones.
- Identificar fuentes de conocimiento científico y tecnológico empleadas por las empresas innovadoras de los tres ámbitos aludidos, así como conocer la opinión de las mismas sobre la utilidad del conocimiento científico-técnico generado en España y obtener sus recomendaciones para orientar las prioridades de investigación en estos ámbitos.

Los objetivos abordados desde los dos enfoques propuestos producirán interacciones en algunos de los objetivos específicos en los que se complementarán los enfoques cuantitativos con los cualitativos. Estos objetivos son:

- El análisis de los procesos de transferencia de conocimiento que se producen desde la actividad científica a la tecnológica.
- La determinación de la cooperación entre las universidades y el sector empresarial en las temáticas relacionadas con la eco-economía. Esto se realizará a partir de los indicadores recogidos por la CRUE en sus informes anuales.
- El diseño y creación de un observatorio donde se refleje la actividad científica y tecnológica españolas en las áreas relacionadas con la eco-economía a partir de un portal Web donde se incluyan los indicadores mas relevantes obtenidos en el proyecto. Este observatorio permitirá conocer la evolución de la actividad tecnológica en las áreas analizadas.

3. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

La **metodología** que se utilizará para alcanzar los objetivos propuestos en el proyecto abarca distintas fases, que se ejecutarán en el siguiente orden:

- a) Captura de datos. Para realizar este trabajo se utilizan las bases de datos multidisciplinares de la *Web of Science* y *DERWENT*, accesibles a través de la *Web of Knowledge*, la base de datos multidisciplinar *SCOPUS* y la base de datos *INVENES*, elaborada por la Oficina Española de Patentes y Marcas. El resultado obtenido se exportará a un archivo de texto etiquetado.
- b) Una vez descargado el archivo de texto etiquetado se cuenta con un conjunto de *scripts* desarrollados en *Perl*, para su posterior carga en la correspondiente base de datos. Para la carga de los datos, se aplica un *script* que permite crear un archivo de texto nuevo para ser incluido en cualquier tipo de base de datos relacional que emplee el lenguaje SQL, en el que se eliminan las etiquetas asignadas por las bases de datos originales y se genera un archivo nuevo en el

que cada línea del archivo resultante es un registro. Una vez obtenido el archivo con la estructura anterior se procede a incorporarlo a la base de datos creada para tal fin en el servidor *MySQL*. La estructura de la tabla que hospedará los datos presenta un diseño determinado, que permite continuar con la siguiente fase de este proceso, la Normalización de datos.

- c) Normalización de los datos: en esta fase del proyecto se normalizará la información contenida en el campo que contenga las direcciones institucionales de los responsables de las patentes.
- d) En primer lugar se procede a separar las diferentes instituciones que participan en cada patente, vinculando esta información en todo momento a la patente original. A partir de ahí se ejecutan dos subprocesos: el primero de ellos consiste en contrastar cada una de las direcciones institucionales con la tabla de direcciones normalizadas que se han ido construyendo en trabajos anteriores; el segundo de ellos afecta a instituciones no identificadas en el paso anterior, aplicando diversos algoritmos programados en perl que nos permiten obtener patrones de similitud entre las instituciones identificadas y las no identificadas. El algoritmo de similitud se emplea junto a los n-grams y se ejecuta en varias ocasiones, en cada ejecución se varía el índice de similitud y los n-grams, partiendo de un 90% de similitud y 7n-grams hasta llevar al 50% y 3-4n-grams. Los resultados son enviados a una tabla donde se procede a validar los resultados.
- e) Análisis de referencias: En este proyecto se va a trabajar tanto con los datos de los registros publicados por instituciones españolas en el campo objeto de estudio, así como con las patentes obtenidas en las mismas áreas. Además, no sólo se tratará la información de los *registros fuente*, sino que también se analizarán las referencias citadas, tanto en la producción científica como en las patentes.
- f) Para el tratamiento de las referencias se ha desarrollado un *script* que permite etiquetar la tipología documental de la fuente empleada para la misma, con objeto de poder identificarla en bases de datos bibliográficas. El *script* parte de una serie de patrones que se han identificado en las fuentes, siguiendo en parte la metodología empleada por Glänzel & Schoepflin. Una vez pasado el *script* podemos saber el tipo de fuentes utilizadas. Esta metodología permitirá analizar la información científica de referencia para la creación de nuevo conocimiento científico e innovador en el campo de la eco-economía.
- g) Obtención de indicadores bibliométricos. Los indicadores que se obtendrán serán los siguientes:

Indicadores de producción:

- Producción científica en la WoS y SCOPUS.
- Producción de patentes (Invenes y Derwent)
- Producción científica por sectores institucionales.
- Producción sobre patentes por sectores institucionales.
- Colaboración en publicaciones:
 - o Coautoría.

- Colaboración institucional (nacional e internacional).
- Colaboración en patentes:
- Coautoría.
- Colaboración institucional (nacional e internacional)
- Temática. Distribución temática por sectores y evolución temporal
- Interdisciplinariedad (tanto en patentes como en artículos)

Indicadores de visibilidad:

- Número de citas recibidas (artículos).
- Número de citas (patentes).
- Número de citas por documento (tanto en patentes como en artículos)

Indicadores multidimensionales.**Indicadores basados en el Análisis de Correspondencias:**

- Temática vs. sectores institucionales (tanto en patentes como en artículos)
- Temática vs. años (tanto en patentes como en artículos)

Indicadores basados en el Escalamiento Multidimensional:

- Colaboración nacional (tanto en patentes como en artículos).
- Colaboración internacional (tanto en patentes como en artículos).

Indicadores basados en el Análisis de Redes Sociales:

- Colaboración institucional (tanto en patentes como en artículos).
- Colaboración entre autores (tanto en patentes como en artículos).

h) Tratamiento estadístico

Para la generación de algunos indicadores bibliométricos es necesario llevar a cabo tratamientos estadísticos de los datos. Para la obtención de indicadores unidimensionales y test de significatividad se emplea el paquete estadístico R, que se distribuye como software libre y permite la extracción directa del servidor *MySQL* de los datos a tratar. Dicha conexión y análisis se puede programar en un script, que permite automatizar los análisis y exportar los resultados a cualquier tipo de archivo.

i) Visualización y difusión de los datos

La metodología empleada, basada en aplicaciones de software libre multiplataforma e interoperativas, permite de un modo sencillo presentar los resultados principales del proyecto (indicadores) a través de un servidor Web. Por ello se contempla en este proyecto como producto final para la difusión de resultados, además de las publicaciones científicas a que de lugar, la construcción de un observatorio con objeto de hacer accesibles los resultados a la sociedad.

j) Recogida y análisis de información a través de encuestas

Una vez identificadas las empresas y los investigadores activos del sistema público español de I+D+i en estos campos se realizará una encuesta para conocer sus actividades principales. Al mismo tiempo se estudiarán con expertos los aspectos implicados en la colaboración existente o posible, entre la empresa y el sistema público de investigación

Hasta aquí, se ha expuesto la metodología que se aplica en los trabajos que estamos realizando. A continuación se expone el desarrollo del Plan de trabajo, las etapas de que consta y los objetivos de cada una.

El trabajo de investigación que se propone en este proyecto consiste en caracterizar la innovación tecnológica en España así como en determinar la transferencia ciencia-tecnología en las temáticas vinculadas con la eco-economía. Ello requiere la relación de las invenciones patentadas por autores españoles con la actividad científica publicada en el ámbito internacional.

Para llevarlo a cabo la investigación se propone un **Plan de Trabajo** que se desarrollará a lo largo de **diez etapas**, que son las que a continuación se detallan:

Etapas 1. El **objetivo** de esta etapa consiste en delimitar claramente el área de eco-economía, así como las temáticas relacionadas con ella. Este proceso se basará en la discusión entre los miembros del grupo a partir de la bibliografía existente y la consulta a expertos del área.

Etapas 2. En esta etapa se diseñará la estrategia adecuada a cada una de las bases de datos que se van a utilizar, INVENES (de la Oficina Española de Patentes y Marcas), *Derwent Innovations Index* y *SCI* y *SSCI* a partir de la *WoS* y *SCOPUS*.

Esta estrategia debe aplicarse para determinar las patentes españolas concedidas entre 1995 y 2009, que están relacionadas con la temática de eco-economía y que son recogidas por las bases de datos indicadas.

En esta etapa también se diseñará la estrategia para recoger los registros de la *WoS* y de *SCOPUS* sobre dicha temática firmados por autores españoles durante el período establecido.

Etapas 3. El **objetivo** fundamental de esta etapa es **recoger** de manera exhaustiva **todas** las patentes españolas concedidas entre 1995 y 2009, relacionadas con la temática de eco-economía e incluidas en las bases de datos indicadas, con objeto de establecer la **producción tecnológica** española de los 15 años del período a estudiar. Asimismo, en esta etapa se recogerán todos los registros incluidos en la *WoS* y en *SCOPUS* en los 15 años considerados. Entre los distintos campos que se descargarán en los registros, se encuentra el que contiene las referencias bibliográficas que acompañan a estos documentos.

Los indicadores procedentes de los informes de la CRUE se obtendrán en esta etapa y también durante el período considerado.

Etapa 4. En esta etapa se realizará el **tratamiento, normalización y homologación** de las **bases de datos que se crearán con la metodología antes expuesta**. Para ello, se aplicarán las estructuras indicadas, y se adaptarán tanto a las características de las patentes como a los distintos tipos de documentos citados en la bibliografía de estas patentes. Por ello se crearán dos bases de datos relacionadas, con objeto de saber qué referencias bibliográficas aparecen en cada patente. Asimismo, en esta etapa se recogerán las referencias bibliográficas de los registros incluidos en la *WoS* y en *SCOPUS*.

La masa de datos que se encuentren en las bases de datos creadas, estará recogida en distintas tablas, manejadas por diferentes gestores (*DbTextworks, MsAccess, Filemaker, ProCite, MySql, etc.*) y estos se transferirán a hojas de cálculo (Excel) y programas de análisis estadístico (SPSS y otros desarrollados por el equipo de investigación), con el fin de realizar un primer tratamiento de los mismos, hacer los primeros recuentos, tablas de frecuencias absolutas y porcentuales, etc.

Etapa 5. En esta etapa **se analizarán**, en primer lugar, las **variables** que **caracterizan a** los investigadores españoles que trabajan en las temáticas relacionadas con el área de eco-economía objeto de estudio. La determinación de estas variables es enormemente importante ya que a partir de ellas se podrán caracterizar los aspectos de la actividad investigadora que se quieren analizar.

Los **indicadores** bibliométricos determinados en esta etapa serán tanto **unidimensionales** como **multidimensionales**. El desarrollo de estos indicadores requerirá la utilización de programas estadísticos, fundamentalmente en el caso de los multidimensionales, donde la estadística a utilizar deberá ser la multivariante (*Análisis de Correspondencias, Análisis de Componentes Principales, Análisis de Cluster, Análisis de Redes Sociales*), puesto que estos indicadores analizan varias variables de forma simultánea.

Etapa 6. En esta etapa se **realizará el análisis bibliométrico y cienciométrico** de las características observadas en la actividad científica y tecnológica de los investigadores españoles a partir de los documentos publicados y de las patentes concedidas, mediante el diseño y cálculo de indicadores. Los indicadores **unidimensionales** y **multidimensionales** se aplicarán para conocer los siguientes aspectos: producción tecnológica, a partir del análisis de patentes concedidas por la OEPM entre los años 1996 y 2009. Producción científica, basada en los documentos recogidos en la *WoS* y en *SCOPUS* firmados por autores españoles durante el periodo considerado. Consumo de información científica, a partir del análisis de las referencias incluidas en las patentes a partir de la consulta a la *BD Derwent* (Plataforma *WoK*) tanto a literatura tecnológica "Patent literature" (PL) como a literatura científica "No Patent Literature" (NPL). Transferencia Ciencia – Tecnología. Transferencia ciencia-sociedad. A partir de la información obtenida se elaborará los **mapas cognitivos** que permitan determinar gráficamente las relaciones entre las distintas variables.

Etapas 7. En esta etapa se recogerá información de las empresas y de los investigadores activos del sistema público español de I+D+i, a través de encuestas y reuniones con expertos. Para ello, en esta etapa se diseñará y elaborará un cuestionario que recoja los aspectos fundamentales de la actividad científica y tecnológica de los agentes públicos y privados que trabajen en las áreas relacionadas con la eco-economía.

Etapas 8. En esta etapa se abordará la creación de un observatorio de la actividad tecnológica españolas en las áreas vinculadas con la eco-economía. Para ello, se creará un portal Web donde se incluyan los indicadores mas relevantes obtenidos en el proyecto. Este observatorio será de acceso libre y permitirá conocer la evolución de la actividad tecnológica en las áreas analizadas.

Etapas 9. En esta etapa se **contrastarán** y **discutirán** los resultados obtenidos a partir de los indicadores con **expertos**, para llevar a cabo una valoración de los mismos. Asimismo, se celebrará un seminario, con el fin de presentar los resultados del proyecto a representantes de los distintos sectores (universidades, centros de investigación y empresas).

Etapas 10. Finalmente, en esta última etapa se llevará a cabo la explotación y difusión de los resultados en revistas científicas de la especialidad, así como se realizarán contribuciones a congresos y seminarios. También se elaborarán informes, con el fin de hacer llegar los resultados del proyecto tanto a los responsables de política tecnológica del MINECO como a los responsables de empresas relacionadas con este sector productivo.

El proyecto será realizado por dos grupos de investigación con amplio prestigio nacional e internacional en la evaluación de la actividad científica y tecnológica, a partir de estudios bibliométricos, cienciométricos y patentométricos. Uno de ellos es el Laboratorio de Estudios Métricos de Información (LEMI) de la Universidad Carlos III de Madrid, y el otro es el Grupo de Análisis y Prospectiva Científica (APROC) del Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT) del CSIC. Ambos grupos están desarrollando tareas investigadoras de manera complementaria y desde distintos enfoques. Además, para este proyecto se contará con la participación de dos investigadores de la Royal School of Library and Information Science (RSLIS) de Copenhague (Dinamarca), que tienen una gran experiencia en los procesos de recuperación de información en bases de datos internacionales.

Las actividades que realizarán a lo largo de la vida del proyecto se presentan en la tabla1.

Tabla 1. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES/TAREAS	CENTRO EJECUTOR	PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO	TERCER AÑO
1. Delimitación de las características de las áreas temáticas que se van a considerar en el estudio	UC3M	Ene.		
	APROC-IEDCYT	Ene.		
2. Diseño de estrategias para recoger la información de las bases de datos INVENES, <i>Derwent Innovations Index</i> , <i>SCI</i> y <i>SSCI</i> .	UC3M	Febr. Mar.		
	APROC-IEDCYT	Febr. Mar.		
3. Recogida de registros de patentes españolas, de documentos en la WoS, y en SOCPUS y de indicadores procedentes de los informes de la CRUE	UC3M	Abr. May., Jun. Jul.		
4. Creación de la base de datos con las referencias que contienen las patentes y los documentos WoS. Tratamiento, normalización y homologación de las bases de datos creadas.	UC3M	Ago. Sept. Oct.		
	APROC-IEDCYT	Nov. Dic.		
5. Análisis de variables y desarrollo de indicadores	UC3M		Ene. Febr. Mar.	
	APROC-IEDCYT		Ene. Febr. Mar.	
6. Análisis bibliométrico y cienciométrico	UC3M		Abr. May. Jun. Jul.	
	APROC-IEDCYT		Abr. May. Jun. Julio	
7. Encuestas a empresas e investigadores	IEDICYT		Jun. Jul Sept. Oct. Nov.	
8. Diseño y creación de un observatorio de la actividad tecnológica españolas en las áreas vinculadas con la eco-economía	UC3M		Sept. Oct. Nov. Dic.	Ene.Febr.
	APROC-		Sept., Oct. Nov.	Ene.Febr.

ACTIVIDADES/TAREAS	CENTRO EJECUTOR IEDCYT	PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO Dic.	TERCER AÑO
9. Discusión, análisis y contraste con expertos, de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de indicadores bibliométricos. Celebración de un seminario donde se presentarán los resultados del proyecto a representantes de distintos sectores de universidades, centros de investigación y empresas.	UC3M APROC-IEDCYT			Mar. Abr. May.Jun. Mar. Abr. May.Jun.
10. Explotación y difusión de los resultados.	UC3M APROC-IEDCYT			Ago, Sept., Oct., Nov. Dic. Ago. Sept. Oct. Nov. Dic.

4. INTERÉS Y APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROYECTO

Los resultados que se pueden obtener a partir de este proyecto constituirán una base de conocimiento de gran utilidad para poder realizar la planificación de políticas públicas y privadas de I+D+i en los ámbitos propios de la eco-economía, así como para establecer y consolidar los mecanismos más adecuados de interacción entre los sectores público y privado, desde el punto de vista de la prospectiva científica, tecnológica y de mercado.

El proyecto se adecua a las prioridades de la investigación española en este tema, por cuanto éste pretende contribuir a la solución de los problemas sociales, económicos y tecnológicos mediante la generación de conocimiento con valor añadido potencialmente utilizable en la definición de políticas científicas y de transferencia tecnológica orientadas a aumentar la competitividad del sector privado, así como a orientar la investigación científica de interés en eco-economía hacia unos objetivos más acordes con las necesidades y desafíos en materia de ahorro energético y optimización de recursos.

Por otra parte, y en conexión con los objetivos definidos en el proyecto, a partir de los resultados obtenidos se pretende contribuir al conocimiento de la naturaleza cambiante de un sector estratégico donde la prospectiva juega un papel determinante en el diseño de políticas específicas públicas de CyT.

Finalmente, la creación de un Observatorio de la actividad tecnológica española en las áreas vinculadas con la eco-economía a partir del portal Web, permitirá el acceso a los indicadores más relevantes obtenidos en el proyecto. Este observatorio será de acceso libre y permitirá conocer la evolución de la actividad tecnológica en las áreas analizadas.

Agradecimientos

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad, dentro del proyecto de investigación CSO2010-21759-CO-01 "Análisis de las capacidades científicas y tecnológicas de la eco-economía en España a partir de indicadores cuantitativos y cualitativos de I+D+i"

5. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- American Planning Association. <http://www.planning.org>. Cited: Feb. 2003.
- Armesto López, Xosé Antón. El concepto de agricultura ecológica y su idoneidad para fomentar el desarrollo rural sostenible. En: Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles. (2007), Nº. 43, p. 155-172-- ISSN 0212-9426 .
- Azqueta Oyarzun, Diego. Introducción a la economía ambiental. Madrid: McGraw-Hill, S.A., 2007.
- Balat, H. Prospects of biofuels for a sustainable energy future: A critical assessment. En: Energy Education Science and Technology Parta-Energy Science and Research, 2010, vol. 24, nº 2, 85-111.
- Barbiroli, G; Raggi, A. Resource- and eco-effectiveness as a new paradigm of development to prevent resource depletion and environmental imbalance. En: International Journal of Sustainable Development and World Ecology, 2009, vol. 16, nº 3, p. 191-195.
- Barrutia Legarreta, José María. Indicadores de desarrollo humano sostenible. En: Ciudad y territorio: Estudios territoriales. 2008, Nº 155, p. 41-58
- Brown, Elaine (et al.). Interactive Distributed Conservation Planning. En: The Journal of American Water Resources. 2002 (Aug.), Vol. 38, nº 4, p. 895-901
- Brown, Lester R. Eco-economía. Barcelona: Editorial HACER. 2004.
- Brown, Lester R. Building an Economy For The Earth. New York: W. W. Norton & Company, 2001.
- Comisión Europea. La economía de los ecosistemas y la biodiversidad: informe provisional. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas, 2008, 64 p. : il. ; 30 cm
- Cumbre Mundial Sobre Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 2002: <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N02/636/96/PDF/N0263696.pdf?OpenElement>
- Dantsis, T.; Douma, C.; Giourga, C. (et al.). A methodological approach to assess and compare the sustainability level of agricultural plant production systems. En: Ecological Indicators, 2010, vol. 10, nº 2, 256-263.
- De la I+D a la I+D+i: la innovación. En: Qualitas hodie: Excelencia, desarrollo sostenible e innovación. 2008, nº133.
- East, Roger. The green guide for business. London: Profile books, 2008.
- Economía ecológica: reflexiones y perspectivas. Madrid: Círculo de Bellas Artes 2009.
- España. Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino. El medio Ambiente en Europa. Cuarta evaluación. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino, 2009,
- Fox, B. Keeping the "eco" in economy. En: Library Journal, 2008, vol. 133, nº 20, p. 36-50.
- Frontera Roig, Damián. Las técnicas medioambientales de I+D+I aplicadas a Pymes: el referente de los institutos tecnológicos valencianos. En: Economía industrial, 2009, Nº 371, p. 169-182
- Gamble, Kate Huvane. Eco-nomics. Despite a tough economy, many CIOs are incorporating eco-friendly initiatives into their strategies. En: Healthc Inform, 2009, Vol. 26, nº 7, p. 33-5
- García Martínez, Javier (ed.). Nuevas tecnologías para el desarrollo sostenible. San Vicente de Raspeig [Alicante]: Universidad de Alicante, [2007] 244; 24 cm
- Gyorgy, A; Abaluta, OM. Public-Private Partnerships' Strategies for Sustaining Eco-Economy in Romania. Conference Information: International Conference on Strategic Management, Jun 25-30, 2009 Chengdu Peoples R. China. En: Strategic Management Engineering: Enterprise, Environment and Crisis, 2009, p. 801-809.
- Hurst, K. The eco economy. En: Works Management, 2009, p. 22-24.

- Informe Brundtland: <http://www.un.org/depts/dhl/spanish/resguids/specenvsp.htm>
- Jie, S; Yang, LB. Study on the Agricultural Supply Chain Based on Eco-efficiency. En: EIGHTH WUHAN INTERNATIONAL CONFERENCE ON E-BUSINESS, VOLS I-III , 2009, p. 2807-2814. (Conference Information: 8th Wuhan International Conference on E-Business, MAY 30-31, 2009 Wuhan, China).
- Juknys, R.; Dagiliute, R.; Miskinis, V. From transition to sustainability: a comparative study. En: Environmental Research, Engineering and Management , 2008, p. 61-7.
- Knapp, G.; L. Hopkins. The Inventory Approach to Urban Growth Boundaries. En: Journal of the American Planning Association. 2001, Vol. 67, No.3, p. 314-326.
- Li Yan-shuang; Yu Shu-jiang; Wang Jun-hua. Analysis of stable factors of ecological-industrial chain and management countermeasures research. En: Journal of Hebei University of Technology, 2008, p. 48-53.
- Moledo Froján, Francisco Javier. Valorar las ecopatentes libres. En: Qualitas hodie: Excelencia, desarrollo sostenible e innovación. 2008, N^o. 134, p. 47-52.
- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). Integrating Transport in the City: Reconciling the Economic, Social and Environmental Dimensions. Copyright OECD 2000.
- OCDE. (Organization for Economic Co-operation and Development). Green growth and sustainable development. (http://www.oecd.org/about/0,3347,en_2649_37425_1_1_1_1_3_7425,00.html).
- Orloci, I.; Szesztay, K. Water management in the world of globalization. En: Natural Resources Forum, 2008, vol 32, n^o 3, p. 239-251.
- Qi Wang. Quantitative assessment and prediction for industrial economy development stress on eco-environment. En: 2008 Second International Symposium on Intelligent Information Technology Application, 2008, p. 531-5 (Conference Information: 2008 Second International Symposium on Intelligent Information Technology Application, Shanghai China).
- Shi, H; Chertow, M; Song, YY. Developing country experience with eco-industrial parks: a case study of the Tianjin Economic-Technological Development Area in China. En: Journal of Cleaner Production. 2010, Vol 18, n^o 3, p. 191-199
- Siche, R; Agostinho, F; Ortega, E. Net Primary Production (ENPP) as basis for calculation of Ecological Footprint. En: Ecological Indicators, 2010, vol. 10, n^o 2, 475-483
- La situación del mundo 2008: innovaciones para una economía sostenible. Barcelona: ICARIA 2008.
- Strange, T., Bailey A. Sustainable Development: Linking economy, society, environment. OECD. 2008
- Zhang, HY; Hara, K.; Yabar, H. (et al.), Comparative analysis of socio-economic and environmental performances for Chinese EIPs: case studies in Baotou, Suzhou, and Shanghai. En: Sustainability Science, 2009, vol. 4, n^o 2, 263-279

