

## EL INE UTILIZA INFORMACIÓN DE LA AGENCIA TRIBUTARIA EN 28 DE SUS OPERACIONES ESTADÍSTICAS

El Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Agencia Estatal de Administración Tributaria (AEAT) se reunieron el pasado 12 de enero para realizar un seguimiento del convenio de colaboración entre ambos organismos. Fruto de este acuerdo, el INE recibe anualmente 39 envíos diferentes de información desde la Agencia Tributaria y utiliza estos datos para elaborar 28 de sus operaciones estadísticas.

En la reunión se trataron aspectos relacionados con nuevas peticiones de información, por parte del INE, para la mejora de la eficiencia de los trabajos de campo de encuestas dirigidas a empresas y el análisis de fuentes de información tributaria para la implementación de las nuevas reglas operativas para la definición de la unidad estadística "empresa".

Además, ambos organismos estudiaron la posible elaboración de nuevos indicadores de renta de los hogares para los principales municipios de España, dentro del proyecto de indicadores urbanos del INE.

### PROYECTOS EN CURSO

En la reunión se revisaron otros proyectos en curso relacionados con los futuros Censos de Población y Viviendas, la estimación de salarios en la Encuesta de Población Activa (EPA) y las consultas al Padrón desde la AEAT.

Este convenio entre el INE y la Agencia Tributaria está vigente desde 2004, con resultados muy fructíferos y satisfactorios que redundan en una mayor eficiencia de la producción estadística, una reducción de la carga de los informantes y una mejora de la calidad de las estadísticas gracias a las posibilidades que ofrece el aprovechamiento de la información tributaria.

## EL NOMENCLÁTOR, UNA ESTADÍSTICA SINGULAR DESDE 1858

La Escuela de Estadística de las Administraciones Públicas organizó el pasado 3 de noviembre en la sede del INE una sesión técnica sobre el Nomenclátor: Población del Padrón Continuo por Unidad Poblacional. El Nomenclátor contiene la relación detallada de las entidades y núcleos de población existentes a 1 de enero en cada municipio, incluyendo sus códigos y sus poblaciones referidas a esa fecha. El objetivo de la sesión fue dar a conocer la operación estadística: en qué consiste, cómo se elabora, qué datos se publican, conceptos, curiosidades...

El Nomenclátor es una operación estadística que tiene una gran tradición, ya que se realiza desde 1858. Por eso en el encuentro, tras exponer algunas notas históricas sobre su evolución, se definieron los conceptos asociados al término 'unidad poblacional', que se refiere a: entidad colectiva, entidad singular, núcleo y diseminado.

Amor González, Jefa de Área de la Unidad del Padrón, condujo la sesión técnica en la que destacó el importante papel que desempeñan los Ayuntamientos para esta estadística. Esto se debe a que el Nomenclátor se obtiene de la actualización de los núcleos y entidades de población que los Consistorios realizan en sus municipios y que, en cumplimiento de la legislación vigente, comunican al INE al menos una vez al año. En la presentación se

expuso también con diferentes ejemplos la codificación a 11 dígitos de las unidades poblacionales. Cualquier unidad poblacional se identifica por el conjunto de los códigos de provincia, municipio, entidad colectiva, entidad singular y núcleo o diseminado.

El Nomenclátor contiene el número de habitantes separado por sexo para todos los municipios y entidades de población de rango inferior al municipio, lo que supone más de 150.000 registros para cada año. Las poblaciones se calculan a partir de las cifras de población provenientes de las Revisiones anuales de los Padrones municipales, que son declaradas oficiales por el Gobierno a propuesta del INE, con el informe favorable del Consejo de Empadronamiento, mediante Real Decreto. De ahí la coherencia en las cifras de ambas operaciones estadísticas, así como con la Estadística del Padrón Continuo.

En la sesión técnica González mostró los productos de difusión del Nomenclátor, en especial el aplicativo de búsquedas de unidades poblacionales de la web, que permite consultar de forma sencilla la población de cada localidad según los distintos criterios de elección del usuario. Finalmente, dio a conocer las posibilidades de ampliar la información que ofrece el Nomenclátor utilizando el Sistema de Información Demográfica del Padrón, aplicativo que permite a los usuarios obtener datos de población a nivel de unidad poblacional desagregados por sexo, edad, nacionalidad y lugar de nacimiento.

## EL 28,5% DE LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS DE 10 O MÁS ASALARIADOS FUERON INNOVADORAS EN EL PERIODO 2013-2015

El gasto en innovación tecnológica alcanzó los 13.674 millones de euros en el año 2015, lo que supuso un incremento del 5,5% respecto al año anterior. Esta cifra representó el 1,7% de la cifra de negocios de las empresas de 10 o más asalariados con gasto en innovación tecnológica.

Entre las actividades para la innovación destacaron las de I+D interna (que representaron el 48,4% del total del gasto en actividades para la innovación tecnológica), las de Adquisición de maquinaria, equipos, hardware o software avanzados (19,8% del total) y las de I+D externa (17,2%). El gasto en innovación tecnológica aumentó un 8,3% en los Servicios y un 3,4% en la Industria en el año 2015. Por el contrario, disminuyó un 13,4% en la Construcción y un 8,5% en la Agricultura. Por ramas de actividad, las empresas de Servicios de I+D representaron el mayor porcentaje del total del gasto en innovación tecnológica (con un 13,0%), seguidas por las empresas de Vehículos de motor (10,0%) y las de Actividades financieras y de seguros (9,6%).

Las comunidades autónomas que tuvieron mayor gasto en innovación tecnológica en el año 2015 fueron: Comunidad de Madrid (38,0% del total nacional), Cataluña (24,3%) y País Vasco (9,5%).

## EMPRESAS INNOVADORAS EN EL PERIODO 2013-2015

El 28,5% de las empresas españolas de 10 o más asalariados fueron innovadoras en el periodo 2013-2015 teniendo en cuenta tanto las innovaciones tecnológicas (de producto o proceso), como las no tecnológicas (organizativas o de comercialización).

Las ramas de actividad que tuvieron mayor porcentaje de empresas innovadoras en el sector Industria fueron: Industrias del petróleo (con el 87,5%), Farmacia (79,5%) y Construcción aeronáutica y espacial (68,4%). En el sector Servicios destacaron las ramas de Servicios de I+D (con el 82,2% de empresas innovadoras), Programación, consultoría y otras actividades informáticas (57,1%) y Telecomunicaciones (53,5%). Respecto a las innovaciones tecnológicas, el 12,8% de las empresas españolas de 10 o más asalariados fueron innovadoras de producto o proceso en el periodo 2013-2015. Por su parte, las empresas con innovaciones tecnológicas o con innovaciones tecnológicas en curso o no exitosas (EIN) representaron el 14,9%.

La innovación de producto en el periodo 2013-2015 representó el 35,4% de las ventas de las empresas innovadoras de producto en 2015. Este porcentaje se desglosa en el 16,8%, considerando los productos que representaron una novedad para el mercado y el 18,5%, si se consideran los productos que únicamente fueron novedad para la empresa.

Por su parte, la cifra de negocios debida a productos sin alterar o ligeramente modificados significó el 64,6% del total de la cifra de negocios de las empresas innovadoras de producto. Por otro lado, un 29,7% de las empresas EIN cooperó en actividades de innovación tecnológica en el periodo 2013-2015.

## EL PESO DEL TURISMO ALCANZÓ LOS 119.011 MILLONES DE EUROS EN 2015, LO QUE SUPUSO EL 11,1% DEL PIB

El peso del Producto Interior Bruto (PIB) asociado al turismo, medido a través de la demanda final turística, alcanzó los 119.011 millones de euros en el año 2015. Esta cifra supuso el 11,1% del PIB, una décima más que en 2014. Este peso ha ido aumentando desde 2010, pasando del 10,2% al 11,1%.

El nivel de empleo vinculado al turismo, representado por la ocupación en las ramas económicas características del turismo, también aumentó en 2015 al situarse en 2,49 millones de puestos de trabajo. Este nivel representó el 13,0% del total de los puestos de trabajo de la economía, frente al

12,5% del año anterior. Desde 2010, el incremento ha sido de 1,4 puntos, al pasar del 11,6% al 13,0%.

La componente de mayor peso en la demanda final turística en 2015 fue el consumo turístico receptor. Este agregado también ha sido el que más ha crecido en los últimos años, ganando peso dentro de la composición de la demanda final turística.

La demanda final asociada al turismo, de 119.011 millones de euros, aumentó un 3,9% respecto al año anterior. Cabe destacar que desde 2010 la evolución en términos reales de la economía turística ha sido mejor que la del conjunto de la economía.

Debido al constante crecimiento del turismo receptor y a una alternancia de descensos y crecimientos inferiores del turismo emisor, el saldo entre ambos se ha incrementado en mayor medida que el turismo receptor en todo el periodo analizado.

## Dña. Belén González Olmos

# “Los beneficios sociales de la I+D+i son enormes a medio y largo plazo, pero muchos de ellos difícilmente cuantificables”

**Las siglas siempre encierran una cierta ambigüedad y las palabras, con el uso, van desdibujando su significado. Tal vez merecería la pena empezar por el principio: ¿Cómo definiría I+D+i o cuál es el criterio para, desde un punto de vista estadístico, enmarcar una actividad bajo ese título general?**

Para empezar, me gustaría comentar que las siglas I+D+i llevan a veces a confusión puesto que la “i pequeña” que es la que hace referencia al concepto de Innovación debería ser la grande ya que la I+D (Investigación y Desarrollo) es un subconjunto de la Innovación. Por tanto la “i pequeña” es la que hace referencia al concepto más amplio.

Hay empresas que pueden realizar actividades Innovadoras y no hacer I+D. Mientras que toda empresa que hace I+D se considera que es una empresa con actividades innovadoras.

Las actividades innovadoras para obtener una innovación tecnológica son:

(1) I+D interna, (2) Adquisición de I+D (I+D externa), (3) Adquisición de maquinaria, equipos, hardware o software avanzados y edificios destinados a la producción de productos o procesos

nuevos o mejorados de manera significativa, (4) Adquisición de otros conocimientos externos para innovación, (5) Formación para actividades de innovación, (6) Introducción de innovaciones en el mercado, (7) Diseño, otros preparativos para producción y/o distribución

Siguiendo la definición del Manual de Frascati las Actividades de Investigación y Desarrollo (I+D interna) comprenden el trabajo creativo y sistemático llevado a cabo dentro de la empresa para incrementar el volumen de conocimientos y concebir nuevas aplicaciones. Para que una actividad sea considerada I+D debe ser novedosa, creativa, incierta sobre su resultado final, sistemática, y transferible y/o reproducible (dirigida a obtener resultados que puedan ser reproducidos por otros)

Según la última edición del Manual de Oslo, que es el que da las directrices para la ejecución de las encuestas de Innovación, Empresa Innovadora es: “aquella que ha implementado productos o procesos nuevos o sensiblemente mejorados, o cambios significativos de organización o de Marketing en los últimos 3 años”. La innovación debe ser siempre nueva para la empresa, pero no necesariamente para el mercado en que la empresa opera. Los cambios de naturaleza estética, la mera venta de innovaciones producidas completamente por otras empresas y los simples cambios de organización o de gestión no se consideran innovaciones.

**Probablemente, con respecto a la I+D+i, la estadística principal del INE sea la “Estadística sobre las actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D)”. ¿Podría exponernos, en líneas generales, en qué consiste?**

Para medir la I+D+i tenemos dos encuestas en el INE. La Estadística sobre actividades de I+D que mide la Investigación y Desarrollo que se hace en la economía española, Empresas, Administración Pública, Enseñanza Superior y las IPSFLs (las Insti-



tuciones Privadas Sin Fines de Lucro) y la Encuesta sobre Innovación en las Empresas que mide la Innovación Tecnológica y no Tecnológica que se realiza en las empresas españolas de 10 o más asalariados.

Son 2 encuestas que se realizan anualmente, enmarcadas dentro del Plan Estadístico Nacional y reguladas a nivel internacional por el Reglamento (995/2012) sobre Ciencia y Tecnología, cuya finalidad es armonizar la información que producen los diferentes Estados Miembros en esta materia.

Desde el año 2002, estas 2 operaciones estadísticas (la Estadística sobre actividades de I+D y la Encuesta sobre Innovación en las Empresas) se realizan de forma coordinada en el sector empresas, investigando un censo de unidades potencialmente investigadoras, es decir, investigando todas aquellas empresas que se supone podrían hacer I+D porque lo han hecho otros años, porque han solicitado y/o recibido ayudas para hacer I+D, y/o porque han tenido desgravaciones fiscales por I+D (19.000 empresas), más una muestra seleccionada aleatoriamente del conjunto de empresas de 10 o más asalariados (25.000 empresas).

Existe un cuestionario solo con preguntas de I+D para la parte de Enseñanza Superior, Administración Pública e IPSFLs, y otro para las Empresas que incluye tanto preguntas de I+D como de Innovación.

Mientras que la estadística de I+D cubre toda la economía, la Encuesta

de Innovación tiene algunas lagunas que se esperan cubrir en los próximos años: el análisis de la innovación en el sector público y en las empresas de menos de 10 asalariados. Para ello, el grupo de trabajo de Ciencia y Tecnología de la OCDE ha realizado algunos estudios pilotos.

### **Al hablar de estadísticas e I+D+i resulta casi inevitable remitimos al Manual de Frascati, propuesto por la OCDE. ¿En qué forma ha determinado o inspirado este manual la labor desempeñada por el INE?**

El INE lleva a cabo la Estadística de I+D siguiendo la totalidad de las recomendaciones metodológicas del Manual de Frascati. El cuestionario de esta estadística está basado en los conceptos y definiciones de este manual.

El Manual de Frascati ha sido objeto de diversas revisiones, y el INE ha participado activamente en todas sus revisiones y actualizaciones. En el año 2015, fue publicada la séptima versión, que entrará en vigor este año 2017 con la recogida de datos de 2016, y al igual que la versión anterior del año 2002, recomienda que todas las empresas que ejecuten I+D, ya sea de forma continua o de forma ocasional, se incluyan en las encuestas de I+D.

Además, no me puedo olvidar de mencionar aquí, el Manual de Oslo que regula los conceptos de innovación y marca las directrices tanto de España como del resto de países de la

OCDE para llevar a cabo las encuestas de Innovación.

La versión vigente del Manual de Oslo es la de 2005, en la que por primera vez se tuvieron en cuenta, además de las innovaciones tecnológicas las no tecnológicas. Actualmente, se está revisando para publicar una nueva edición a finales de 2017.

El INE al igual que con el Manual de Frascati ha participado activamente en todas las revisiones y los cuestionarios para recoger los datos sobre Innovación siguen todas las recomendaciones dadas en este manual.

### **La estadística es siempre un escenario en el que se hacen visibles paradojas o conclusiones sorprendentes. Seguro que la investigación e innovación no son una excepción a este respecto. ¿Qué datos cree que contradicen las intuiciones comunes que tenemos con respecto al I+D+i en nuestro país?**

La sabiduría convencional dice que la I+D es una actividad característica de las grandes empresas. Y esto es verdad en países reconocidos como innovadores. En Alemania casi el 90% del gasto empresarial de I+D es ejecutado por las grandes empresas y en EE.UU. es el 85%. Por el contrario, en España en 2015 las grandes empresas solo ejecutaron el 55%, porcentaje que era del 46% en 2008. Esto tiene una explicación en la estructura de nuestro tejido productivo. Las grandes empresas son en España porcentualmente menos y no pertenecen al sector manufacturero, que es el gran ejecutor de I+D.

Otra explicación puede estar en el mismo concepto de I+D que tienen las empresas. En Alemania y EE.UU. las pymes tecnológicas, que son relativamente más numerosas que en España, seguramente consideran que actividades, que caben en el amplio concepto de Desarrollo experimental, son en realidad ingeniería, por lo que estos gastos no los identifican como de I+D.

*Desde el año 2002, la Estadística sobre actividades de I+D y la Encuesta sobre Innovación en las Empresas se realizan de forma coordinada en el sector empresas, investigando un censo de unidades potencialmente investigadoras*

**La investigación es siempre una realidad difícilmente mensurable. Grandes hallazgos en la historia se han debido al azar o la casualidad y, sin embargo, cuando intentamos planificar la I+D+i los esfuerzos se concentran casi esencialmente en analizar la inversión realizada. ¿Existen mecanismos que nos permitan calibrar la relación entre inversión y retorno social en la investigación?**

Es una pregunta difícil, porque lo primero sería definir "Retorno Social". Es obvio que los beneficios sociales de la I+D+i son enormes a medio y largo plazo, pero, en mi opinión, muchos de ellos difícilmente cuantificables. Solo tenemos que tener en cuenta que algunos gastos en I+D han conseguido hasta salvar muchas vidas!!!, pero, ¿cómo se cuantifica esto?

Para cuantificar el impacto económico y el empleo generados por la I+D realizada en un país sí disponemos de un buen mecanismo que es la cuenta satélite de I+D.

**Disculpe el juego de palabras pero el recurso es tentador. Hemos hablado de estadísticas de la investigación pero quizá debamos plantear la relación inversa: la investigación *en y para* la estadística. ¿Qué áreas de la estadística están hoy más expuestas a la investigación?**

**¿Cree que la innovación estadística será capaz de procurarnos alguna gran revolución a corto o medio plazo más allá del Big Data?**

Los avances tecnológicos son constantes y permiten mejoras continuas en todas las fases de producción de una estadística, desde la recogida de datos hasta la presentación de los resultados finales, pasando por todos los procesos de tratamiento de la información intermedios.

Por citar algunos ejemplos, la proliferación de dispositivos electrónicos y la penetración de internet en una gran parte de la sociedad permiten el desarrollo de la recogida de datos por internet (CAWI). Además, el aumento de la capacidad de almacenamiento y de la velocidad de procesamiento de la información son un factor clave a la hora de aprovechar toda la información disponible y reducir la carga de los informantes.

Por otro lado, la necesidad de disponer de datos cada vez más rápido impulsa el desarrollo de nuevas formas de depuración y predicción, y el desarrollo de nuevas herramientas de visualización está haciendo que el análisis gráfico cobre una mayor relevancia, con un papel destacado de los datos georreferenciados.

En resumen, hay innovación en todas las áreas. Pero la producción estadística, en particular la oficial, es un producto delicado que tiende a reflejar en los resultados finales

cualquier cambio en las condiciones de producción. Cada uno de los ejemplos mencionados plantea unos retos a analizar y superar, por eso las novedades se estudian cuidadosamente antes de llevarlas a la práctica y los avances no se producen tan rápido como nos gustaría.

**Acabamos nuestros encuentros pidiendo a los entrevistados un esfuerzo de imaginación. ¿Cómo ve la sociedad española dentro de 20 años? Denos un temor, una prioridad y un deseo para nuestro país.**

En mi opinión estamos ante una revolución parecida a la revolución industrial en la que las nuevas tecnologías, la digitalización y la conectividad van a cambiar muchas de las cosas más habituales que hacemos hoy en día.

Un temor. Mi mayor temor es que las empresas españolas no se den cuenta de que en un mundo globalizado la competencia es feroz y apostar por la I+D+i te puede dar una ventaja definitiva en tu negocio.

Una prioridad. Que se aumenten las inversiones en I+D. El futuro está en el conocimiento.

Un deseo. Que además del sector público, las empresas privadas se conciencien de la importancia de la I+D. Todos los países que han apostado por la I+D son ahora los más punteros y con mejor bienestar como EEUU., Japón, Alemania...

Diego S. Garrocho

## BELÉN GONZÁLEZ OLMOS

Licenciada en Ciencias Económicas por la Universidad Autónoma de Madrid (1995-1999). Estudió cuarto de licenciatura en la Universidad de Essex (Inglaterra).

Estadística Superior del Estado desde el año 2002. Jefe de Área de Indicadores de Ciencia y Tecnología en el año 2004. Y en el año 2009, Subdirectora General Adjunta de la Subdirección General de Estadísticas de Turismo Ciencia y Tecnología. Representante del INE de España en Organismos Internacionales EUROSTAT, Comisión Europea, OCDE, ONU, RICYT... etc, participando además, en la redacción y elaboración de normativas comunitarias (Reglamento de Ciencia y Tecnología, Reglamento sobre Sociedades de la Información, Manual de Frascati,

Manual de Oslo, Manual de Lisboa etc...) en materia de Ciencia y Tecnología y de Sociedades de la Información. Colaboradora en actividades docentes de organismos nacionales e internacionales, en materia de Ciencia y Tecnología y de Turismo.

- Ponente en los cursos de verano de la Universidad Autónoma de Barcelona en el "ZVI GRILICHES SUMMER SCHOOL OF INNOVATION" en 2008, 2009, y 2010, y en los cursos de verano de la Universidad Menéndez Pelayo de Santander sobre el Panel PITEC; 2006 y 2007.
- Ponente en diversos Máster sobre gestión de la Ciencia en la Universidad de Sevilla, Universidad Juan Carlos I de Madrid y en la Universidad Complutense.

# Estadísticas de la innovación internacionales y nacionales

**David Martín Heredero**

*Economista, Servicio de Estudios del Banco Santander.*

## 1. POR QUÉ Y PARA QUÉ SON IMPORTANTES

Entendemos por innovación el proceso de generación de nuevas ideas y su implementación para los mercados. Y está comúnmente aceptado que la innovación es un factor clave en el crecimiento económico.

De ahí la necesidad de desarrollar medidas adecuadas, que respondan a las necesidades de la comunidad científica y para el diseño de políticas adecuadas de apoyo a la innovación.

La propia naturaleza de la innovación no hace de esa necesidad un objetivo fácil. El conocimiento de la innovación y las actividades relacionadas con ella ha incrementado mucho, pero sigue siendo imperfecto. La innovación es un proceso continuo y en continuo cambio, difícil de medir. Las actividades de innovación van más allá de la I+D y todas son críticas para entender el proceso.

La OCDE y Eurostat han jugado un papel clave en el desarrollo de las estadísticas de la innovación mediante el diseño de directrices internacionales para la elaboración de encuestas sobre innovación empresarial y de indicadores construidos con los datos de esas encuestas. Estas directrices se recogen en el Manual de Oslo.

En la medida en que la construcción de cuestionarios sobre innovación a nivel internacional se ha apoyado en este manual y su uso está muy extendido, un repaso a su contenido nos va a mostrar qué tipo de información nos vamos a encontrar en la mayoría de estadísticas de innovación.

## 2. EL MANUAL DE OSLO

El Manual de Oslo contiene directrices para la recogida e interpretación de datos del proceso de innovación de forma comparable a nivel internacional.

Como la propia naturaleza compleja, cambiante y heterogénea del proceso de innovación, la construcción de directrices es un proceso en de-

sarrollo continuo y las encuestas construidas en base a este manual han ido evolucionando.

Por ejemplo, las dos primeras ediciones del Manual solo hacían referencia a las definiciones de innovación de producto y proceso. En su tercera edición se ha extendido la medición de diferentes formas, poniendo el énfasis en las conexiones con otras empresas e instituciones, reconociendo la importancia de la innovación en sectores menos intensivos en I+D (servicios) y expandiendo la definición de innovación para incluir dos categorías nuevas: organizativa y de marketing.

La información recogida en los cuestionarios de innovación responde al alcance que se define en el Manual —qué es lo que se quiere medir, en qué sectores, áreas de interés sobre las que recopilar datos— su enfoque teórico y qué se considera innovación:

- Como la innovación es un proceso continuo, el manual propone la recogida de datos sobre el proceso general de innovación (actividades, gastos y conexiones), la implementación de cambios significativos en la empresa, los factores que influyen en el proceso y sus resultados.
- Los cuestionarios responden a una perspectiva teórica que combina el enfoque de los "sistemas nacionales de innovación" (de ahí las preguntas sobre conexiones y fuentes de conocimiento) con las teorías que ponen el foco en la empresa innovadora y las razones y actividades que desarrollan para serlo.
- La innovación ocurre en cualquier sector de la economía, pero el manual solo cubre la innovación que se realiza en el sector privado empresarial, en concreto a nivel empresa.
- Hay cuatro tipos de innovaciones: de producto, de proceso, organizativas y de marketing.
- Para ser considerada innovación, tiene que ser algo nuevo para la empresa o un cambio con una mejora significativa. Esto no quiere decir que tenga que ser desarrollada internamente. Se puede adquirir de otras empre-

sas e instituciones. Esto es lo que se llama proceso de difusión, que es la forma a través de la cual las innovaciones se extienden.

- Las áreas básicas sobre las que se define la recopilación de información son: (i) las actividades y gastos en innovación; (ii) la identificación de los motivos de las empresas para innovar; (iii) el tipo de empresas innovadoras –aquellas que desarrollan innovaciones por sí mismas o en cooperación o adoptando las innovaciones de otras empresas, o por el tipo de innovaciones implementadas–; (iii) el impacto de la innovación; y (iv) las conexiones en el proceso de innovación, ya que esta depende de las relaciones con fuentes de información, tecnologías, recursos humanos, financiación.

Cabe señalar que, a pesar del proceso de armonización basado en el Manual, las encuestas de innovación a nivel internacional todavía tienen diferencias significativas en metodología, objetivos y cobertura.

*A pesar del proceso de armonización basado en el Manual de Oslo, las encuestas de innovación a nivel internacional todavía tienen diferencias significativas en metodología, objetivos y cobertura*

Además, existen otros enfoques para examinar los cambios que se producen en las empresas y que dan lugar a mejoras de sus resultados así como otras familias de indicadores relevantes para la innovación, como: los recursos destinados a I+D, las patentes u otras inversiones no intangibles. Por ello, en muchas fuentes nos encontraremos las estadísticas de innovación compartiendo espacio con otras para la medición de la ciencia, la tecnología y el conocimiento.

### 3. ESTADÍSTICAS EN LA OCDE

La OCDE, además del desarrollo de directrices, también tiene un papel destacado en el análisis y la difusión de información, estudios y recomendaciones de política.

Una de las principales vías de difusión ha sido mediante la publicación del "Science, Technology and Industry Scoreboard" y del "Science, Technology and Industry Outlook".

El "Science, Technology and Industry Scoreboard" de 2015 analiza más de 200 indicadores para valorar los determinantes de la competitividad y el crecimiento. En lo que se refiere a la innovación contiene varios análisis específicos: innovaciones "nuevas para los mercados", innovación "abierta" o colaboración en la innovación.

Además, la OCDE también ofrece un conjunto de datos sobre innovación para los países de la OCDE, elaborado a partir de indicadores extraídos de las encuestas nacionales y de la Encuesta Comunitaria sobre Innovación de la UE. La última con 41 indicadores agrupados en seis categorías.

### 4. EUROSTAT Y ESTADÍSTICAS EN LA UE

A nivel UE, la principal fuente de información sobre innovación la constituye la Encuesta Comunitaria de Innovación (CIS) que elabora Eurostat.

La encuesta se realiza cada dos años a los países de la UE y a varios países del Sistema Estadístico Europeo. Con una metodología basada en el Manual de Oslo, la CIS es una encuesta de innovación en empresas, armonizada, diseñada para ofrecer información sobre el grado innovador de sectores, por tipo de empresa, de los diferentes tipos de innovación y de varios aspectos en el desarrollo de la innovación como sus objetivos, fuentes de información, financiación pública y gastos. Los datos se ofrecen desglosados por países, tipo de innovadores, actividad económica y tamaño. Y desde 2008, la CIS incluye un módulo *ad-hoc*, con preguntas sobre un tema especial, diferente en cada encuesta.

Estas estadísticas están íntimamente ligadas a las iniciativas políticas de la UE, como la Unión de la Innovación o el Área Europea de Investigación, ambas en el contexto de la estrategia Europa 2020. En esa misma línea, la Comisión Europea elabora el Cuadro Europeo de indicadores de la Innovación: una herramienta para valorar los resultados de la innovación en los países de la UE y poner de manifiesto las fortalezas y debilidades relativas de los sistemas nacionales de innovación. La elaboración del Cuadro se basa en tres tipos de indicadores (facilitadores, actividades de las empresas y resultados). La CIS proporciona 6 de los 25 indicadores contenidos en el Cuadro; otros

indicadores se obtienen de fuentes como Web of Science, Invest Europe, Patentes OCDE, EUIPO o Joint Research Centre.

## 5. OTRAS ESTADÍSTICAS A NIVEL INTERNACIONAL

Un creciente número de países en América Latina, Europa del Este, Asia y África han empezado a llevar a cabo encuestas de innovación basadas en el Manual de Oslo.

El Instituto para las Estadísticas de la Unesco está creando una base de datos de innovación. En 2013 lanzó su primera recolección de datos a nivel global. Se recogieron datos a nivel país en manufacturas, lo que supuso la primera vez que se producía y hacía público un conjunto de indicadores con esta cobertura (países con diferentes grados de desarrollo).

A nivel internacional se construyen otros indicadores con el objeto de ofrecer herramientas que asistan al diseño de políticas. Uno de los más conocidos es el Índice Global de la Innovación (GII). El índice, construido a partir de 82 indicadores (extraídos de estadísticas ya existentes), ordena la capacidad innovadora de 128 países.

El GII trata de capturar la faceta multidimensional de la innovación, pero de forma algo diferente a las encuestas de innovación a nivel empresa, al apoyarse más en indicadores de carácter macroeconómico/sectorial para construir un índice que sintetice la valoración del entorno (elementos de la economía nacional que posibilitan la innovación) y sus resultados (producción de conocimiento, tecnológica y creativa).

## 6. ESTADÍSTICAS EN ESPAÑA

En España, la estadística más importante sobre innovación es la Encuesta sobre Innovación en las Empresas que elabora el INE. La encuesta se elabora siguiendo las directrices del Manual de Oslo, por lo que la información que proporciona se ajusta a lo que hemos descrito anteriormente. La última publicada se refiere al año 2014.

Por otro lado, el Ministerio de Economía publica lo que denomina Indicadores del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación, con datos de I+D, de participación española en programas internacionales de I+D, de resultados a través de patentes o artículos científicos publicados, extraídos de organismos nacionales (INE, Oficina Española de Patentes, CSIC) e internacionales (OCDE, EUROSTAT). Por otra parte, La Fundación Cotec para la innovación, desde 1996 pu-

blica un Informe sobre la innovación en España. Este, además de aglutinar indicadores sobre la materia —nacionales, autonómicos y comparativas internacionales—, contiene opiniones de expertos sobre la situación y evolución futura del sistema español de innovación.

### Para saber más...

- Web innovación OCDE: <http://www.oecd.org/innovation>
- Indicadores innovación OCDE: <http://www.oecd.org/innovation/inno/inno-stats.htm#links>
- Manual de Oslo: <http://www.oecd.org/innovation/inno/oslo-manualguidelinesforcollectingandinterpretinginnovationdata3rdedition.htm>
- OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: <http://www.oecd.org/sti/scoreboard.htm>
- OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014: <http://www.oecd.org/sti/oecd-science-technology-and-industry-outlook-19991428.htm>
- The Innovation Policy Platform (IPP): <https://www.innovationpolicyplatform.org/frontpage>
- Measuring Innovation: A New Perspective: <http://www.oecd.org/sti/measuringinnovationanewperspective.htm>
- Innovation in Firms: A Microeconomic Perspective: <http://www.oecd.org/sti/inno/innovationinfirmsamicroeconomicperspective.htm>

### EUROSTAT Y COMISIÓN EUROPEA

- Community Innovation Survey (CIS): <http://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/community-innovation-survey>
- Statistics explained: Innovation statistics: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Innovation\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Innovation_statistics)
- Science, technology and innovation statistics: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/science-technology-innovation/statistics-illustrated>
- European Commission, Innovation Union: [http://ec.europa.eu/research/innovation-union/index\\_en.cfm?pg=keydocs](http://ec.europa.eu/research/innovation-union/index_en.cfm?pg=keydocs)
- European Innovation Scoreboard: [http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards\\_en](http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_en)
- Europe 2020 indicators - R&D and innovation: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe\\_2020\\_indicators\\_-\\_R%26D\\_and\\_innovation](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe_2020_indicators_-_R%26D_and_innovation)

### ESPAÑA

- Encuesta sobre Innovación en las Empresas, INE: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft14%2Fp061&file=inebase>
- Indicadores del Sistema español de Ciencia, Tecnología e Innovación: [http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Estadisticas\\_Indicadores/Indicadores\\_SECTI\\_2015.pdf](http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Estadisticas_Indicadores/Indicadores_SECTI_2015.pdf)

### OTROS

- UNESCO data centre, R&D, innovation: <http://www.uis.unesco.org/DataCentre/Pages/BrowseScience.aspx>
- Global Innovation Index 2016: <https://www.globalinnovationindex.org/>

# Investigación en la universidad: contexto nacional e indicadores de calidad

Rafael Garesse

Vicerrector de Investigación e Innovación. Universidad Autónoma de Madrid

## CONTEXTO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPAÑOLA

En España, el primer Plan Nacional de Investigación se aprobó para el periodo 1988-1991, lo que indica que la investigación en nuestro país tiene una estructura y un diseño estratégico desde hace algo menos de treinta años, en los que nuestro sistema de I+D+I se ha fortalecido y consolidado. Actualmente, se está desarrollando el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016, que se enmarca en la Estrategia Española de Investigación 2013-2020.

La I+D+I es esencial para la economía del conocimiento, de modo que las sociedades desarrolladas están apostando decididamente por invertir en el triángulo del conocimiento, educación superior, investigación e innovación. Desgraciadamente, con la llegada de la crisis en España la inversión en ciencia y desarrollo, medida como porcentaje del PIB, ha descendido progresivamente desde 2008 situándose en 1,22%, un nivel sensiblemente inferior al 1,93% de la UE28. Ello se debe en parte a la baja inversión en I+D+I del tejido empresarial español, dentro de la Unión Europea solo por delante de Portugal, Polonia y Grecia. Tampoco podemos olvidar el bajo rendimiento de las actividades de innovación y transferencia en nuestro país, que lo sitúa en las últimas posiciones de la UE28<sup>1</sup>.

A pesar de ello, la producción científica española mantiene un crecimiento sostenido durante los últimos años, a lo que contribuye de manera muy significativa el sistema universitario. El número de documentos científicos publicados sitúa a nuestro país en la décima posición mundial, un lugar destacado si consideramos su aportación al PIB mundial, del que la economía española representa el 1,8%, mientras que la producción científica en todas las áreas de conocimiento, incluidas las ciencias socia-

les y humanidades, representa el 3,3%. Aunque estos datos podrían invitar al optimismo, es necesario tomarlos con mucha precaución, ya que los cambios introducidos en el sistema de ciencia y tecnología tienen efecto a medio y largo plazo, y los resultados provocados por la disminución sostenida de la inversión se manifestarán en los próximos años. Un efecto muy negativo se aprecia ya en el recambio generacional. Durante el periodo 2010-2014, la aplicación de la tasa de reposición ha supuesto una disminución muy significativa de las plantillas de las universidades y un envejecimiento de las mismas provocado por la falta de nuevas incorporaciones.

## PRINCIPALES FUENTES DE DATOS E INDICADORES DE LA INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA

Un referente para obtener datos de investigación e innovación en nuestro país es el informe que prepara, desde 1996, anualmente la fundación COTEC. Recoge los principales indicadores del sistema de I+D+I y realiza un diagnóstico de la situación, con opiniones de numerosos expertos. El informe de 2016 ha incorporado nuevos apartados dedicados a educación, innovación social y financiación. Otros dos informes de gran relevancia los suministra la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), la Universidad Española en Cifras, dirigida por Juan Hernández Armenteros y José Antonio Pérez García, y la Encuesta I+TC, una acción conjunta de dos grupos de trabajo de la sectorial de I+D+I de la CRUE, RedOTRI y RedUGI. La Universidad Española en Cifras recoge una amplia variedad de datos e indicadores del sistema universitario español, incluidos las actividades de I+D+I, mientras que la Encuesta I+TC se centra en la recopilación y análisis de los indicadores de investigación y transferencia del conocimiento. Otra fuente muy relevante de datos las proporciona el observatorio IUNE, mantenido por un grupo de investigadores pertenecientes a las universidades que integran la Alianza 4U, Universi-

<sup>1</sup> Los datos indicados en este artículo se han obtenido de la IX edición de LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA EN CIFRAS. Año 2014 y curso 2014/2015. CRUE Universidades Españolas, 2016.

dad Autónoma de Barcelona, Universidad Autónoma de Madrid, Universidad Carlos III de Madrid y Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. El observatorio recoge una amplia variedad de indicadores de actividad científica, innovación y competitividad del sistema universitario español. También es relevante mencionar el proyecto U-Ranking, iniciativa conjunta de la Fundación BBVA y el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE), que ordena a las universidades españolas en función tanto de su volumen de actividad como de su rendimiento. Utiliza indicadores de las tres misiones de la universidad: docencia, investigación y transferencia.

### INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD

Los principales agentes del sistema de ciencia y tecnología español son las Universidades, los Organismos Públicos de Investigación (OPIs) de la Administración General del Estado, entre los que destaca el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el tejido empresarial. En los últimos años han tomado un protagonismo creciente los Centros de Investigación impulsados por las Comunidades Autónomas, en general gestionados por fundaciones de carácter público, y entre los que se incluyen los Institutos de investigación sanitaria. Entre todos ellos el sistema universitario ocupa un lugar preponderante, con más de 60.000 investigadores e investigadoras, responsables de un 56% de la producción científica española.

La investigación en el contexto universitario tiene la singularidad de que ha de combinarse de un modo armónico con la actividad docente. Ello representa un importante reto, ya que durante los últimos veinte años ambas actividades han aumentado su exigencia. En el caso de la docencia, la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior ha tenido un impacto muy relevante en la dedicación del profesorado a las actividades docentes, con un aumento de la burocracia y la atención

*La investigación en el contexto universitario tiene la singularidad de que ha de combinarse de un modo armónico con la actividad docente*



personalizada al estudiante. En el caso de la investigación, el aumento de la competitividad ha sido muy considerable y se han ido incorporando de forma progresiva la importancia de la innovación y el impacto social en los proyectos de investigación.

### EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INVESTIGADORA

La financiación de la investigación con fondos públicos se realiza en base a la concurrencia competitiva. Ello implica que los investigadores e investigadoras están sometidos a un proceso de evaluación continua mientras desarrollan sus líneas de investigación. La financiación con fondos privados provenientes de empresas también tiene un cierto componente competitivo, ya que aunque en este caso se basa en la interacción directa de la empresa con el grupo de investigación, es estrictamente dependiente de la cualificación y competencia de los profesionales que van a desarrollar el proyecto de investigación.

Aunque los procesos de evaluación son ligeramente diferentes en función de la agencia financiadora, dentro del Plan Estatal existe un mecanismo similar al de otros países con sistemas sólidos de Ciencia y Tecnología que se basa en la evaluación por pares. En nuestro país desempeña una función central la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP), que nació en el año 1986 con la misión de analizar con el mayor rigor e independencia los proyectos de investigación financiados con fondos públicos. La ANEP está organizada en 28 áreas temáticas, cada una de ellas con grupos de coordinación formados por entre 4 y 8 científicos de elevado prestigio. En la evaluación se utilizan diferentes criterios, entre los que se incluyen el entorno científico donde se desarrolla el proyecto, su impacto social y los medios de difu-

sión de resultados previstos. Sin embargo, hay dos aspectos centrales, la calidad científico-técnica de las propuestas y los *curricula* de los componentes del equipo de investigación, y muy particularmente del Investigador Principal (IP). Los informes de la ANEP son esenciales para la toma de decisiones del organismo financiador.

*La actividad científica del PDI de las universidades, al igual que la de los investigadores e investigadoras pertenecientes a otras instituciones, es evaluada de una forma continua*

En este proceso de evaluación continua de los *curricula* del personal docente e investigador (PDI) que mantienen líneas de investigación activas, dos aspectos son esenciales: su capacidad de captación de fondos y su producción científica, usualmente durante los últimos cinco años. Especial relevancia tiene la obtención por el IP de proyectos financiados con fondos internacionales y las publicaciones en revistas indexadas en bases de datos internacionales. Las revistas científicas se encuentran recogidas fundamentalmente en dos grandes bases de datos: Web of Science, propiedad de Thompson Reuters, y Scopus, propiedad de Elsevier. El Journal Citation Report (JCR) evalúa el impacto de las principales revistas científicas recogidas en las bases de datos mediante la medida del índice de citaciones que acumulan los artículos publicados en un determinado periodo de tiempo. En JCR las revistas se encuentran agrupadas por especialidades y ordenadas de mayor a menor índice de impacto (citaciones recibidas/artículos publicados). Esto suministra una serie de indicadores bibliométricos que permiten análisis comparativos, entre los que se incluyen el propio índice de impacto, las revistas situadas en el primer cuartil o decil de su especialidad, las revistas situadas en las tres primeras posiciones del área, etc. Cada vez es más usual utilizar también como indicio de calidad indicadores más personalizados, como son el número de citas totales recibidas por un autor o el índice de Hirsch o índice H, que informa del número (n) de trabajos de un autor que han sido citados al menos n veces. Por ejemplo, un autor de índice H 30, tiene 30 publicaciones que han sido citadas al menos 30 veces.

La evaluación basada en indicadores bibliométricos, y particularmente en el factor de impacto, están sometidos a numerosas críticas. Aunque son ampliamente aceptados para la evaluación de la actividad científica de las instituciones, y a nivel individual en las ciencias experimentales, es más dudosa su aplicabilidad en las áreas de humanidades y ciencias sociales. Ello se debe a dos motivos fundamentales: en primer lugar, a la importancia que tienen en estas áreas la publicación de libros y monografías, así como otros medios de difusión (catálogos, ediciones críticas, etc.); en segundo lugar, a la falta de representación de muchas de las revistas de estas áreas en las grandes bases de datos, ya que se encuentran recogidas muy parcialmente en Web of Science, y algo mejor pero aún de modo insuficiente, en Scopus.

Dentro del contexto universitario, la evaluación de la investigación del profesorado se realiza de un modo más puntual por dos grandes agencias, la Agencia Nacional de la Calidad y la Acreditación (ANECA) y la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI). La primera de ellas se encarga de los procesos de acreditación para acceder a las figuras contractuales y funcionariales del profesorado universitario; la segunda se encarga de evaluar la actividad investigadora durante periodos de seis años, los llamados sexenios. En ambos casos, desempeña un importante papel del proceso de evaluación la productividad científica, medida fundamentalmente mediante la publicación de artículos en revistas indexadas en grandes bases de datos que utilizan indicadores bibliométricos de calidad. Por tanto, los problemas mencionados previamente también están presentes en los criterios utilizados por ambas agencias.

En resumen, la investigación en la universidad es esencial en el sistema de ciencia y tecnología de nuestro país. La actividad científica del PDI de las universidades, al igual que la de los investigadores e investigadoras pertenecientes a otras instituciones, es evaluada de una forma continua. Se trata de un proceso esencial, ya que la investigación tiene que producir resultados evaluables, fundamentalmente la financiada con fondos públicos. El sistema de evaluación se basa en la utilización de indicadores de calidad, en general ampliamente aceptados a nivel internacional. Sin embargo, para tener un alto grado de objetividad es imprescindible que la evaluación de los *curricula* de los investigadores e investigadoras se realice por profesionales que sepan analizar y contextualizar adecuadamente las aportaciones científicas realizadas en función de su área de conocimiento.

# Estadística sobre el uso de Biotecnología en España

Amaya Sáez Alonso

Subdirección General de Estadísticas de Turismo y Ciencia y Tecnología. INE

Conscientes de la creciente importancia de la biotecnología, tanto a nivel nacional como internacional, y del efecto como impulsor del desarrollo económico que presenta la I+D, el primer acercamiento al estudio de la investigación y desarrollo en este área se produjo entre los años 2000 y 2004 a nivel internacional a través de un grupo de trabajo constituido por la OCDE *ad hoc*. Los trabajos que se llevaron a cabo en ese momento se centraron en definir los principales conceptos y en determinar los rasgos más significativos del cuestionario que se pretendía utilizar para la obtención de indicadores que permitieran cuantificar el desarrollo de este sector en los diferentes países.

En ese momento, España fue uno de los países pioneros en la investigación estadística de este campo. Durante los años 2003 y 2004 se llevó a cabo un estudio piloto que sentó los precedentes para el desarrollo de una encuesta formal sobre las actividades de I+D interna en biotecnología, a través de un módulo incluido en el cuestionario de la entonces denominada Encuesta sobre Innovación Tecnológica, y de la Estadística sobre Actividades en I+D, que iba dirigida únicamente a aquellas unidades que realizaban actividades de I+D en biotecnología. A partir de 2006, se amplió el ámbito de estudio, y se comenzó a investigar también a todas aquellas que realizaban alguna actividad relacionada con este campo. Posteriormente, a partir de 2008, además de recoger el gasto interno en actividades de I+D, se solicitó también el gasto externo llevado a cabo en dichas actividades.

Desde el año 2005, la Estadística sobre Uso de Biotecnología ha estado encuadrada dentro del Plan Estadístico Nacional y, por tanto, se ha elaborado anualmente. Así mismo, también, esta operación está recogida en Reglamento nº 995/2012 de la Comisión Europea relativo a la producción y desarrollo de estadísticas comunitarias en materia de Ciencia y Tecnología. Aunque, por el momento, en el citado Reglamento, este estudio no tiene carácter obligatorio, se pretende que, en un futuro próximo, lo tenga de igual modo que el resto de las encuestas de Ciencia y Tecnología.

**Durante los últimos años la Biotecnología ha vivido un periodo de importante crecimiento y expansión. La aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos cumple hoy una importante función en la mejora de la calidad de vida de nuestra sociedad, contribuyendo al desarrollo del bienestar social y haciendo frente a retos en campos tan diversos como la salud humana, la salud animal, la alimentación, la agricultura, el medio ambiente o la industria. Por ello, el camino que la Biotecnología todavía tiene pendiente de recorrer, debe ser largo y prometedor.**

Para el desarrollo de esta operación se contó desde los comienzos con la colaboración de la Asociación Española de Bioempresas de España (Asebio) y de la Fundación Genoma para mejorar el marco poblacional mediante la actualización continua de los directorios de unidades biotecnológicas. Desde entonces, esta información complementa a la obtenida mediante la Encuesta sobre Innovación en las Empresas y permite hacer un estudio de todas las unidades que tienen actividades relacionadas con el uso de biotecnología y proporcionar resultados a nivel de comunidades autónomas. Otra de las líneas de colaboración con estos organismos a lo largo de estos años ha sido analizar las necesidades de información del sector y la mejora en el diseño del cuestionario, tanto en lo que se refiere a su estructura como en las definiciones de los principales conceptos. En esta línea se han ido incluyendo algunas preguntas a lo largo de los años con el objetivo de aumentar la cobertura de este estudio.

El objetivo de la estadística que lleva a cabo el INE es la medición del esfuerzo nacional en actividades relacionadas con la biotecnología, de manera que se pueda suministrar la información necesaria para la toma adecuada de decisiones en política científico-tecnológica. A este respecto se trata de conocer: el tipo de actividades relacionadas con esta materia que se llevan a cabo en cada uno de los sectores en que se ha dividido la economía, las áreas de aplicación final de los pro-

ductos obtenidos mediante el desarrollo de biotecnologías y los recursos económicos y humanos destinados a la actividad productiva e investigadora relacionada con la biotecnología en España. Con el fin de conocer esto último, los recursos financieros, se calcula el agregado *Gasto Interno en Actividades de I+D en Biotecnología*, que está formado por el conjunto de gastos ejecutados en I+D interna en biotecnología en España por cada uno de los sectores en que se ha dividido la economía, cualquiera que sea el origen de los fondos y la nacionalidad del financiador. Dentro de los gastos se estudia la estructura y la formación del capital. Por otro lado, para conocer el potencial humano se obtiene el *Personal* (investigadores y otro personal) *dedicado a actividades de I+D en Biotecnología* en equivalencia a jornada completa.

*El esfuerzo realizado en actividades de I+D en Biotecnología en 2015 alcanzó los 1.540 millones de euros, lo que supuso el 11,7% del gasto interno total en actividades de I+D en España*

Mediante esta operación se investiga a las empresas, organismos públicos, universidades e instituciones privadas sin fines de lucro que realizan actividades de biotecnología y que están ubicadas en territorio nacional. En el caso de las empresas la información se recoge en un módulo incluido dentro del cuestionario de la Encuesta sobre Innovación en las Empresas. Para el resto de sectores de la economía (Administraciones Públicas, Enseñanza Superior e IPSFL), este módulo acompaña al cuestionario de la Estadística sobre Actividades en I+D. Esta coordinación de encuestas se realiza con el fin de optimizar los recursos disponibles, sin dejar de suministrar la información básica y de permitir que se sigan atendiendo las demandas de información de los organismos nacionales e internacionales, y las derivadas del Plan Estadístico Nacional.

Dentro de la Administración Pública se engloba a los organismos que suministran a la comunidad, gratuitamente o a precios convencionales, servicios de interés público que no sería económico ni fácil de suministrar de otro modo, administran los asuntos públicos y se ocupan de llevar a cabo la

política económica y social de la colectividad, así como también las instituciones privadas sin fines de lucro controladas y financiadas principalmente por la Administración Pública. Dentro del sector de las Empresas se incluyen las empresas, organismos e instituciones cuya actividad principal es la producción de bienes y servicios destinados a la venta a un precio que corresponde a la realidad económica, y las instituciones privadas sin fines de lucro que están principalmente al servicio de las empresas y que en su mayor parte están financiadas y controladas por ellas. La Enseñanza Superior, por otro lado, comprende todas las universidades, IPSFL al servicio de la Enseñanza Superior, institutos tecnológicos y otros establecimientos postsecundarios, así como los institutos de investigación, estaciones de ensayo, observatorios astronómicos y clínicas que están bajo el control directo de los establecimientos de enseñanza superior.

Los últimos datos publicados por el INE sobre I+D en Biotecnología son los recogidos por la Estadística sobre Uso de Biotecnología 2015, donde se observa que el gasto dedicado a investigación y desarrollo en este campo se incrementó en un 6,2% con respecto al año anterior. Esto es un indicio de que este sector puede ir a contracorriente, retando al complejo periodo que vive España y toda Europa en estos momentos, y dando verdaderas esperanzas de mejoras importantes en el futuro.

Esta última edición de la Estadística, realizada para el año 2015, se dirigió a 2.992 organismos de los cuales 1.273 realizaron actividades de I+D interna en biotecnología en dicho año. El esfuerzo, realizado en dichas actividades y medido en gasto interno, alcanzó los 1.540 millones de euros, lo que supuso el 11,7% del gasto interno total en actividades de I+D en España en 2015. Este indicador puede dar una medida del grado de desarrollo de este sector y muestra la importancia y la fuerza que debe tener para influir en diversas áreas de la economía y contribuir, por tanto, de manera significativa al desarrollo de la sociedad española.

En el año 2015, de los 1.540 millones de euros que se destinaron a actividades de I+D interna en Biotecnología en España, la mayor parte, un 37,6%, fue ejecutado por la Administración Pública, seguido del sector Empresarial que supuso un 37,5%, y del sector de la Enseñanza Superior con un 24,6%. Dichas actividades se financiaron principalmente por la Administración Pública (49,7%) y las Empresas (30,0%).

Desagregando la información sobre gasto total a nivel autonómico, las comunidades autónomas que realizaron un mayor esfuerzo en este sentido

fueron Cataluña y Comunidad de Madrid contribuyendo al total nacional con 455 y 402 millones de euros respectivamente, lo cual supuso entre las dos el 55,6% del gasto nacional. En el lado extremo se encuentran Extremadura, La Rioja y Cantabria.

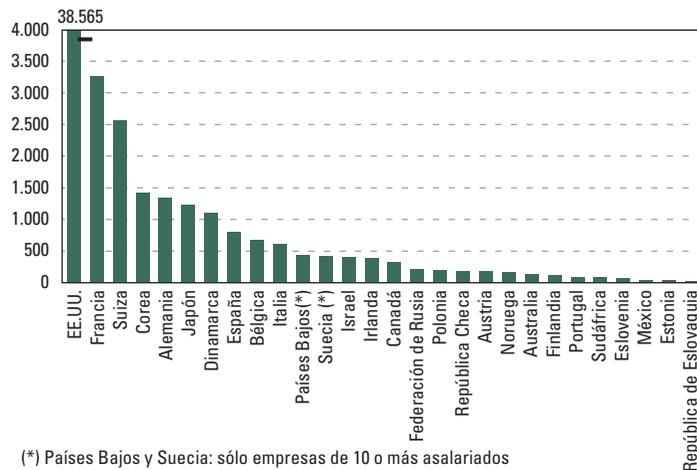
Por último, cabe destacar un aspecto interesante de esta operación estadística que es la identificación de las áreas de aplicación final de los productos obtenidos mediante el uso de la biotecnología. Según establece la OCDE una empresa dedicada principalmente a la biotecnología es aquella que destina a actividades relacionadas con esta materia al menos el 75% de sus recursos económicos y/o humanos. De entre estas empresas, para el año 2015, la mayoría indican que los productos obtenidos tienen como objetivo mejorar la salud o la alimentación, un 53,6% en el primer caso y un 33,5% en el segundo. El resto de áreas de aplicación, como son la agricultura, el medio ambiente y la industria se señalan en menor medida.

### LA BIOTECNOLOGÍA EN ESPAÑA

Pero, ¿cómo se comporta España frente al resto de países en esta materia? Si comparamos el sector biotecnológico en las empresas españolas con sus competidores europeos y mundiales podemos ver, según nos muestran los últimos indicadores publicados por la OCDE relativos a gasto interno en I+D en biotecnología, que, aunque no es de los primeros, España se encuentra a la cabeza de los países europeos, únicamente por detrás de Francia, Suiza, Alemania y Dinamarca. Conviene señalar que la información disponible en la tablas hace referencia en algunos casos a años distintos (para más detalle ver <http://oe.cd/kbi>), lo cual no permite realizar una comparativa muy exhaustiva, pero sí nos permite tener una visión general del comportamiento global de este sector fuera de nuestras fronteras.

De manera equivalente al sector Empresas, y dejando a un lado la discrepancia existente en el periodo de referencia de los datos entre los diferentes países, en los sectores de la Administración Pública y la Enseñanza Superior la situación es similar. Aunque actualmente pocos países recogen información de estos sectores, el gasto en I+D interna en biotecnología alcanzó en 2014 los 1.367 millones de dólares, muy por encima del perseguidor más inmediato, Bélgica, con 399 millones de dólares, aunque por detrás de países como Alemania que invirtió 6.764 millones de dólares en realizar I+D en biotecnología en 2012, Corea o la Federación de Rusia.

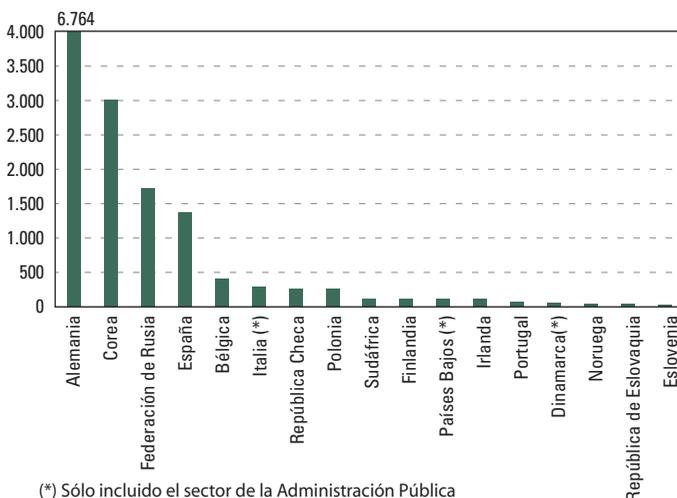
**Figura 1. Gasto total de I+D en biotecnología para el sector Empresas (Millones de dólares, PPA)**



(\*) Países Bajos y Suecia: sólo empresas de 10 o más asalariados  
Méjico: sólo empresas de 20 o más asalariados

Fuente: OCDE.

**Figura 2. Gasto total de I+D en biotecnología para los sectores de la Administración Pública y Enseñanza Superior (Millones de dólares, PPA)**



(\*) Sólo incluido el sector de la Administración Pública

Fuente: OCDE.

### Para saber más...

**Página web del Instituto Nacional de Estadística:**

- Nota de prensa, publicación de datos y metodología de la Estadística sobre el Uso de Biotecnología 2015: [http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176808&menu=ultiDatos&idp=1254735576669](http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176808&menu=ultiDatos&idp=1254735576669)

**Página web de la OCDE:**

- Publicación de los principales indicadores sobre Biotecnología: <http://oe.cd/kbi>

# Índice Sintético COTEC de opinión sobre tendencias del Sistema Español de Innovación

Adelaida Sacristán

Estudios y Gestión del Conocimiento. COTEC

Desde el año 1997, Cotec publica como parte de su Informe Anual sobre Innovación en España el Índice Sintético Cotec de opinión sobre tendencias del Sistema Español de Innovación. Se creó con el objetivo de disponer de un indicador de carácter sintético que reflejara la evolución de dicho sistema.

El Índice se elabora a partir de los resultados de una encuesta a un panel de expertos integrado por empresarios, representantes de administraciones públicas, investigadores y profesores universitarios. En la consulta anual, se le pide opinión sobre veinticuatro problemas y diez tendencias del Sistema de Innovación.

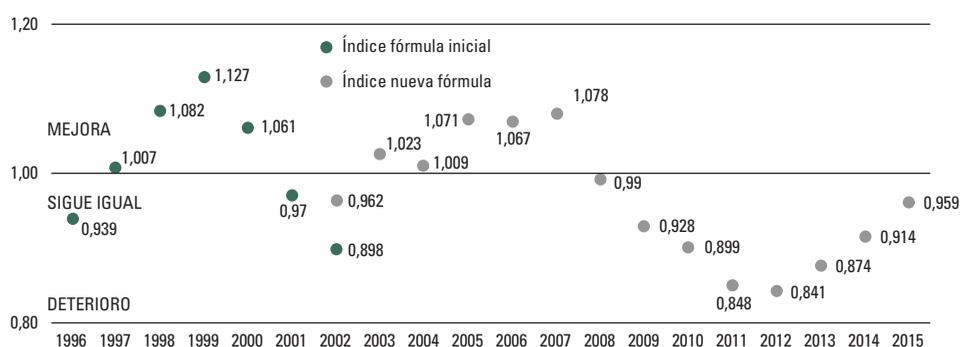
El resultado de la consulta se resume en el Índice Cotec que se calcula mediante una metodología basada en la agregación de las respuestas obtenidas para cada uno de los problemas y tendencias. El índice tiene un valor superior a uno cuando las tendencias evolucionan de una manera positiva

para dar soluciones a los problemas del sistema; igual a uno cuando las tendencias se mantienen; e inferior a uno cuando evolucionan de manera negativa.

En el año 2002, se incorporaron a la consulta nuevos problemas y tendencias para tomar en consideración nuevas cuestiones que surgen con la evolución del propio Sistema de Innovación. Esta actualización del cuestionario supuso una ruptura en la serie temporal del Índice Cotec.

La evolución del índice recogida en la Figura 1, permite ver que la percepción de la evolución del Sistema Español de Innovación ha sido positiva hasta 2007 – salvo en los primeros años del siglo XXI en los que se vivió la crisis de la burbuja de internet. Sin embargo, a partir de ese año el signo del índice ha sido marcadamente negativo, reflejando una percepción pesimista sobre la evolución de la innovación en España, aunque en los últimos años se aprecia un cambio en esa visión.

**Figura 1. Evolución del Índice Sintético COTEC de opinión sobre tendencias del Sistema Español de Innovación**



Fuente: COTEC.

## Para saber más...

Página web del Informe Anual sobre Innovación en España:  
[www.informecotec.es](http://www.informecotec.es)

*El Índice se elabora a partir de los resultados de una encuesta a un panel de expertos*

# El sistema de monitorización de resultados de la I+D+I desarrollado por CDTI

**Francisco Marín**

*Director General del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)*

La evaluación de las políticas públicas es una de las actuaciones más necesarias en el ámbito de la Administración, sin embargo, no está exenta de dificultades, derivadas, en muchos casos, del acceso a fuentes de información adecuadas. El CDTI, consciente de esta realidad, puso en marcha en 2011 un sistema de monitorización de los resultados obtenidos en los proyectos de I+D+I que financia. Este sistema se alimenta de datos generados por el propio organismo, principalmente a partir de dos encuestas complementarias.

## OBJETIVOS DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE RESULTADOS

El objetivo de este sistema es obtener información directa y de manera continua sobre los resultados que obtienen las empresas promotoras de proyectos de I+D+I financiados por este organismo.

A la hora de diseñar un método de recogida de datos que permita alcanzar este objetivo, se plantean tres cuestiones fundamentales: (1) ¿cuál es la unidad de análisis?, (2) ¿qué resultados hay que considerar? y (3) ¿cuándo hay que recoger dicha información?

Al tratarse de un sistema de monitorización de proyectos la unidad de análisis ha de ser el propio proyecto, por lo que la mayor parte de las preguntas incluidas en los cuestionarios especifican claramente que la información requerida se refiere a la actividad de la empresa en un proyecto determinado y no a su actividad general en I+D+I.

Para delimitar qué información conviene recoger, se ha tomado como referencia la Encuesta sobre Innovación en las Empresas, elaborada por el INE siguiendo los estándares internacionales en esta materia. A partir de esta encuesta, se ha creado un cuestionario que responde a la realidad de los proyectos CDTI y que es coherente con los objetivos de este organismo como gestor de políticas públicas para el fomento de la innovación empresarial.

De esta manera, el sistema de monitorización de CDTI recoge información sobre cinco grandes bloques: la actividad de la empresa beneficiaria; los resultados tecnológicos del proyecto; los resultados económicos derivados del proyecto; los efectos en la cultura y en la capacidad innovadora de la empresa y la adicionalidad de las ayudas CDTI. Asimismo, también se incluyen preguntas sobre la utilización de otros instrumentos de ayuda, como los incentivos fiscales a la I+D.

En cuanto a la dimensión temporal de la monitorización, este es un aspecto que condiciona en gran medida la fiabilidad de la información obtenida en la encuesta. La dificultad radica en la falta de homogeneidad entre proyectos, ya que no es posible planificar el envío de encuestas según un calendario rígido y válido para todos ellos. La solución es desarrollar un sistema flexible.

## LA FLEXIBILIDAD COMO PRINCIPIO ESENCIAL DE LA MONITORIZACIÓN

Al tratarse de actuaciones de I+D+I, la duración de estos proyectos puede ser muy desigual dependiendo no solo del ámbito tecnológico en el que se desarrolle el proyecto (por ejemplo, farmacia o software informático no suelen tener los mismos

*El objetivo de este sistema es obtener información directa y de manera continua sobre los resultados que obtienen las empresas promotoras de proyectos de I+D+I financiados por este organismo*

plazos de desarrollo), sino también dependiendo de las propias características del proyecto (proyectos más o menos ambiciosos en biotecnología pueden tener plazos de desarrollo muy diferentes).

Por otra parte, una vez finalizada la fase de desarrollo de la tecnología, también existe un alto grado de heterogeneidad en los plazos de entrada al mercado. En la industria alimentaria, por ejemplo, los requerimientos normativos pueden tener mayor incidencia que en la fabricación de calzado. Las características de la empresa promotora en cuanto al grado de desarrollo de sus canales de distribución, por ejemplo, también influirán en los tiempos de entrada al mercado. En definitiva, nos enfrentamos a proyectos con una evolución muy desigual, tanto en su recorrido tecnológico como comercial.

Para solventar esta cuestión, el sistema de monitorización se ha desarrollado con un alto grado de flexibilidad y adaptado a las características de cada caso, al tiempo que cubre todo el ciclo de vida de un proyecto: “desde el laboratorio al mercado”. Se basa en dos encuestas complementarias: la Encuesta de resultados y la Encuesta ex-post.

Ambas encuestas están integradas en el proceso de gestión de las ayudas que lleva a cabo CDTI (ver cuadro inferior). Una vez que la empresa finaliza el último hito del proyecto debe cumplimentar la Encuesta de resultados. Se trata, por tanto, de una encuesta obligatoria, que recoge información en el momento preciso en que cada proyecto finaliza. Se solventa así el problema derivado de la heterogeneidad en los plazos de desarrollo tecnológico.

En la Encuesta de resultados la empresa facilita una previsión acerca del año en el que espera comercializar los resultados del proyecto (año t). Transcurridos dos años (año t+2), la empresa recibirá un segundo cuestionario, la Encuesta ex-post, donde debe detallar los resultados comerciales obtenidos hasta el momento.

En la medida en que las previsiones de entrada al mercado se cumplan estaremos evitando que la heterogeneidad en la comercialización de resultados afecte a la calidad de la información recogida. Incluso en aquellos casos en los que no se cumplan las previsiones iniciales, el plazo de dos años que transcurre hasta el envío de la Encuesta ex-post da un margen para asegurar que los resultados han sido efectivamente comercializados.

A diferencia de la Encuesta de resultados, la Encuesta ex-post no es de obligado cumplimiento. Se envía una vez al año a aquellos proyectos que corresponda, según la fecha prevista de entrada al mercado que hubieran indicado con anterioridad. La tasa de respuesta supera el 60%.

### EFECTO DE LOS PROYECTOS CDTI: RESULTADOS TECNOLÓGICOS Y COMERCIALES

.....

Anualmente CDTI publica un informe donde se analizan los datos procedentes del sistema de monitorización de proyectos finalizados. Hasta el momento, se dispone de información sobre más de 4.500 proyectos que han concluido la fase de desarrollo tecnológico y más de 1.100

## CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS DE I+D+I FINANCIADOS POR CDTI

El CDTI dispone de varias líneas de acción, diferentes programas e iniciativas, tanto a nivel nacional como internacional. En la actualidad, el sistema de monitorización se aplica a los proyectos que se desarrollan, fundamentalmente, en el ámbito nacional, ya sea bajo la modalidad de proyectos individuales o en cooperación.

Las empresas deben ser sociedades mercantiles con capacidad técnica para desarrollar ellas mismas los proyectos, independientemente de su tamaño y sector de actividad. En algunos instrumentos, la financiación consistente en créditos, que pueden llegar al 85% del presupuesto, al tipo de interés Euribor con un tramo no reembolsable que normalmente se sitúa entre el 10% y el 30% del total de la financiación recibida. El periodo de amortización de la

financiación de estos proyectos es de 10 años. En otros programas, las empresas se benefician de subvenciones que pueden alcanzar 50% del presupuesto.

El desarrollo de los proyectos CDTI se basa en un calendario de hitos que las empresas siguen según la planificación previamente acordada con este organismo. El desembolso de las ayudas financieras concedidas por CDTI también sigue este calendario, de manera que, al finalizar cada uno de los hitos, CDTI verifica la correcta ejecución del proyecto y procede al desembolso de los fondos correspondientes. La devolución, en el caso en que se financie a través de un crédito, comienza transcurridos, al menos, dos años tras la finalización del proyecto.

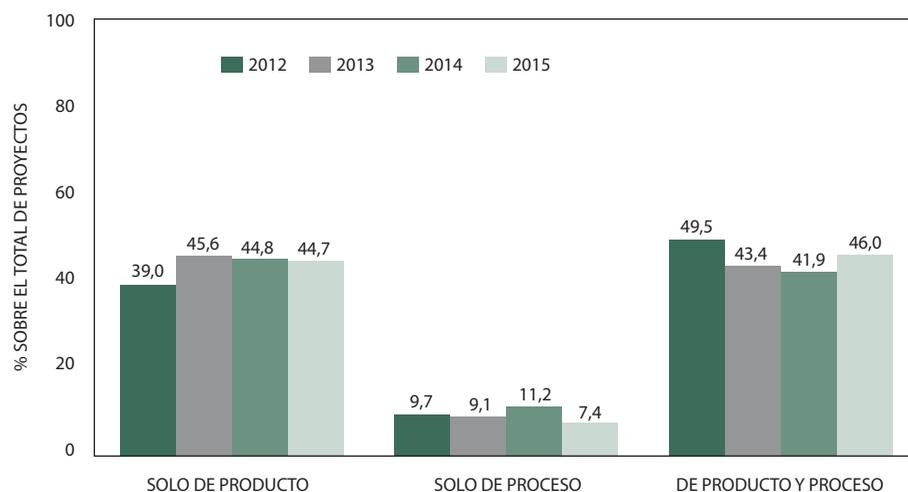
proyectos que han comercializado los resultados obtenidos.

Como indicadores más representativos se puede mencionar que, según la Encuesta de resultados, aproximadamente el 80% de los proyectos que finalizaron entre 2012 y 2015 ha dado lugar a innovaciones de producto. De estos, la mitad también ha llevado a cabo innovaciones de proceso, lo

que indica un mayor alcance de sus actividades de I+D+I (ver gráfico 1).

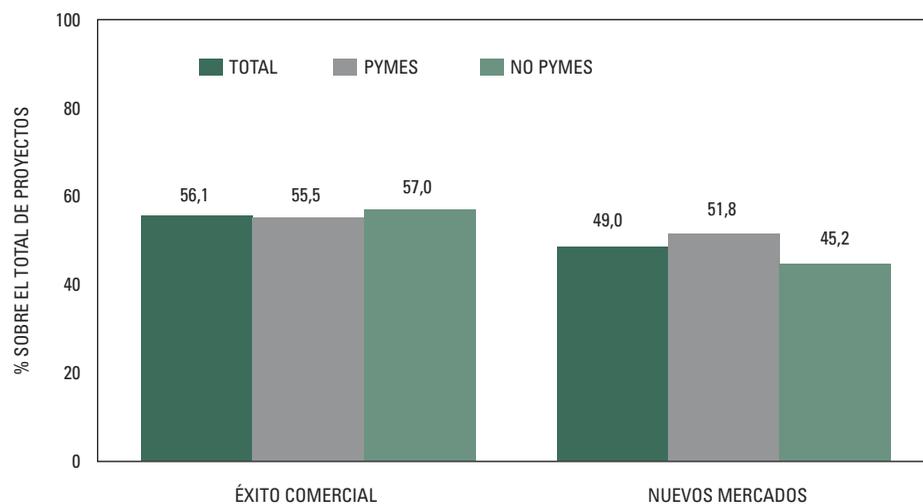
Por otra parte, según la Encuesta ex-post, el 56% de los proyectos que comercializaron sus resultados entre 2013 y 2015 alcanzaron el éxito, mientras que más de la mitad consiguieron entrar en nuevos mercados, especialmente en las áreas de Europa e Iberoamérica (gráfico 2).

**Gráfico 1. Tipo de innovación obtenida**



Fuente: Encuesta de resultados. CDTI.

**Gráfico 2. Éxito comercial del proyecto (2013-2015)**



Fuente: Encuesta ex-post. CDTI.

En cuanto a los efectos de las ayudas CDTI, el gráfico 3 muestra que más del 60% de los proyectos no se hubiera podido acometer sin este apoyo. De la misma manera, en más del 80% de los casos la ayuda financiera ha permitido asumir un mayor riesgo en el proyecto o aumentar el presupuesto total.

Las empresas reconocen con una frecuencia muy alta que el proyecto ha tenido un efecto positivo en su capacidad innovadora, ya sea a través del apoyo dirigido directamente al departamento

de I+D o gracias al impulso estratégico que han recibido estas actividades en el contexto de la empresa.

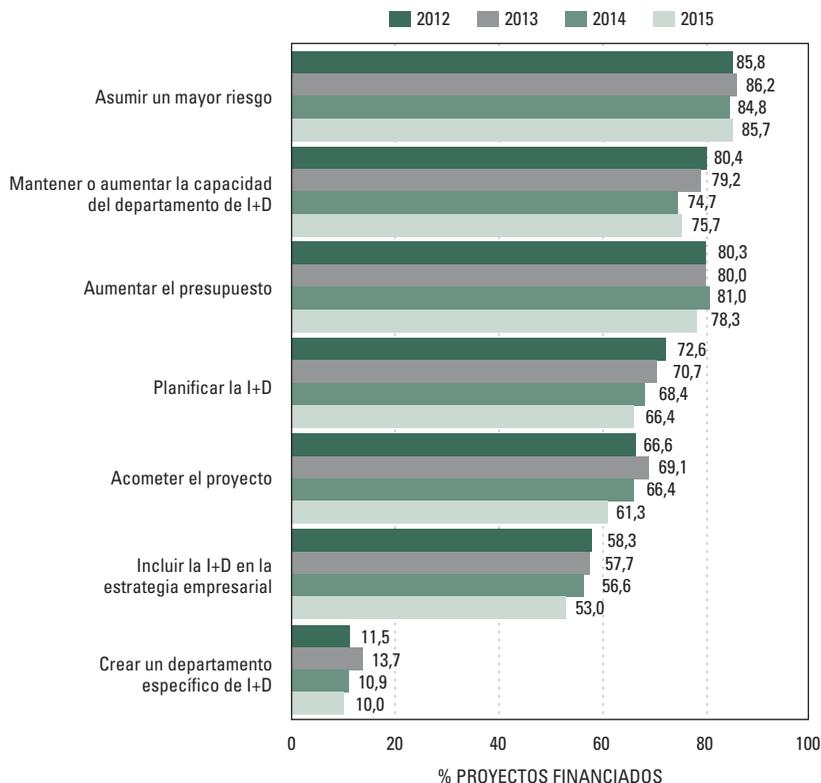
### CONCLUSIONES

En el ámbito de la evaluación de políticas públicas, la monitorización de resultados puede convertirse en un instrumento muy útil, que si bien no permite establecer una relación causa-efecto entre la actuación pública y los resultados obtenidos por las empresas, sí que facilita información sobre la percepción que tienen los beneficiarios de las ayudas. En este sentido, debe ser entendida como una fase previa o complementaria a la evaluación de impacto propiamente dicha.

De acuerdo con la experiencia de CDTI, los factores que aseguran la calidad de un sistema de monitorización son la continuidad en la recogida de datos y la flexibilidad en el diseño de los procedimientos, siempre teniendo como referencia modelos de encuestas contrastados por otros organismos, como es el caso del INE y su Encuesta de Innovación en el caso que nos ocupa.

*Según la Encuesta de resultados, aproximadamente el 80% de los proyectos que finalizaron entre 2012 y 2015 ha dado lugar a innovaciones de producto*

**Gráfico 3. Efectos de la financiación CDTI**



Fuente: Encuesta de resultados. CDTI.

# I+D+i y Fashion Tech: Revelando una curiosa relación estadística con los sistemas planetarios

**Roberto Sanchis Ojeda**  
Data Scientist en Stitch Fix

**E**n el mundo de las *startups*, y particularmente en el Silicon Valley donde se encuentra la empresa para la que trabajo, el I+D+i es una necesidad vital en una continua competición por financiamiento y talento humano donde solo sobrevive el más fuerte. Y dentro de las diferentes vertientes del I+D+i, el estudio estadístico del comportamiento de nuestros clientes y la transferencia tecnológica desde otros campos científicos son dos pilares fundamentales. Por eso, quiero aprovechar la oportunidad de contribuir a esta edición de la revista Índice dedicada al I+D+i para que podáis descubrir como dos campos tan dispares como la moda y los sistemas planetarios pueden tener expresiones matemáticas muy parecidas.

## BUSCANDO EXOPLANETAS MEDIANTE LA DETECCIÓN DE SUS TRÁNSITOS

En las últimas dos décadas científicos de todo el mundo han descubierto miles de planetas fuera de nuestro sistema solar. Una de las técnicas más exitosas para descubrirlos es la de los tránsitos, que se basa en detectar el descenso en la cantidad de luz que nos llega de una estrella cuando uno de sus planetas la oculta.

La técnica hace uso de que la órbita de cada planeta tiene una escala temporal asociada (el periodo orbital  $P$ ), de tal manera que el planeta pasa por delante de la estrella cada  $P$  días. De esa manera, los tránsitos del planeta generan una señal periódica detectable cuya forma depende del tamaño relativo entre el planeta y la estrella, así como de la velocidad de la órbita y su orientación con respecto del ecuador de la estrella.

## LA CONEXIÓN CON EL MUNDO DE LA MODA

Actualmente un gran número de industrias están siendo conquistadas por compañías que han sido

capaces de obtener y estudiar la gran cantidad de datos que sus clientes generan. Este tipo de análisis está llegando al mundo de la moda, y en particular son esenciales en la compañía en la que trabajo, Stitch Fix. Nuestra compañía provee un servicio personalizado de ropa (actualmente solo disponible en EEUU), mediante el cual nuestros clientes reciben una serie de piezas de ropa en su casa recomendadas por un algoritmo que tiene en cuenta las preferencias de cada cliente. Las recomendaciones del algoritmo son revisadas y actualizadas por un ser humano (el estilista), que se encarga de ponerlas en contexto en una nota personalizada para que el cliente sepa cómo combinar la ropa con otras piezas que haya podido recibir en el pasado.

La conexión con los exoplanetas surge cuando uno quiere entender cómo las preferencias de los clientes cambian con el tiempo. Puesto que algunas de ellas se repiten cada año, estas pueden ser estudiadas de una manera análoga a los exoplanetas, para poder anticiparnos a ellas y planear nuestras decisiones de la manera más eficiente.

## CONSTRUYENDO EL ESPECTRO DE FOURIER: EL CASO DE LOS EXOPLANETAS

Para estudiar la forma de una señal periódica no hay manera más elegante que construir el espectro de Fourier de dicha señal, que nos ayuda a identificar visualmente cuáles son las periodicida-

*Actualmente un gran número de industrias están siendo conquistadas por compañías que han sido capaces de obtener y estudiar la gran cantidad de datos que sus clientes generan*

des más importantes que la describen. Esto puede ser usado para detectar un planeta que transita su estrella, pero primero necesitamos obtener la cantidad de luz que nos llega desde la estrella cada cierto tiempo  $t$ . Estas medidas tendrán una componente temporal y un error de medida asociado, que le añade una componente estocástica que se asume distribuida de forma normal debido a la gran cantidad de luz que se recibe de la estrella en cada observación.

## *Mundos tan distintos como los sistemas planetarios y la moda tienen una conexión bastante directa en lo que se refiere a la manera en la que los estudiamos usando datos y técnicas estadísticas*

En el caso en el que las observaciones se tomen en una serie de tiempos  $t_i$  equidistantes, se pueden aplicar ecuaciones muy sencillas para obtener el espectro de Fourier. En astronomía, el principio de equidistancia no se cumple casi nunca, así que el espectro de Fourier que se usa, conocido como periodograma de Lomb-Scargle, se construye ajustando los datos a una función sinusoidal general de periodo  $P$ , con la siguiente forma

$$f(t) = a * \sin(2 \pi t / P) + b * \cos(2 \pi t / P)$$

Para cada valor de  $t_i$  podemos calcular los términos sinusoidales y usar un modelo lineal de mínimos cuadrados para obtener  $a$  y  $b$ . Un gráfico que muestre  $a^2 + b^2$  en función de la periodicidad  $P$ , o la frecuencia  $1/P$ , nos permitirá entender la periodicidad de nuestras observaciones de una manera visual y directa.

### **EL ESPECTRO DE FOURIER ADAPTADO AL COMPORTAMIENTO HUMANO**

Una de las maneras más directas que tenemos en nuestra compañía de saber qué quieren nuestros clientes en su próximo envío es escucharles, puesto que durante el proceso de pedido de un nuevo

“fix” al cliente se le da la oportunidad de describir en sus propias palabras que anda buscando en ese momento.

Para hacer uso de estos datos, primero utilizamos diversas técnicas de procesamiento de lenguaje natural (NLP por sus siglas en inglés) que nos permiten identificar diversos temas que se repiten a menudo en las notas escritas por los clientes, sobre todo cuando son mencionadas de una manera positiva.

El siguiente paso es construir series de datos históricos en las que para cada día contemos la cantidad de veces  $N(t)$  que nuestros clientes nos han escrito, y dentro de esos pedidos, cuantas veces  $n(t)$  nos han pedido un tipo de ropa particular. La división  $n(t)/N(t)$  nos permite visualizar como la probabilidad de que un cliente pida un tipo de ropa cambia con el tiempo.

Estadísticamente hablando, cada día una cantidad de clientes  $N(t)$  se enfrentan a la decisión individual de decidir si quieren pedir un tipo de ropa particular, con una cierta probabilidad  $p(t)$  de que eso suceda. Esto implica que la cantidad  $n(t)$  se distribuye de una manera binomial en vez de normal, como lo hacían los datos en el caso de los exoplanetas. Pero aun así podemos usar el mismo tipo de ajuste lineal, usando lo que se conoce como modelo lineal generalizado (GLM por sus siglas en inglés), mucho más flexible a la hora de aceptar diferentes tipos de datos. Con este modelo, el proceso para generar el espectro de Fourier es exactamente el mismo, y el espectro refleja la periodicidad de la probabilidad  $p(t)$ .

### **LA COMPARACIÓN FINAL**

Pongamos en práctica las técnicas descritas con datos reales. El planeta escogido es Kepler-78b, el primer planeta que descubrí durante mi doctorado precisamente gracias a que su señal en el espectro de Fourier es muy fácil de identificar. Con un periodo orbital de 8,5 horas, el planeta completó unas 3000 órbitas durante los cuatro años de vida de la misión Kepler. En la parte superior izquierda de la Figura 1 de la página siguiente se puede ver el espectro de Fourier de los datos descargados de la base de datos de la NASA. El pico más prominente en este espectro se encuentra alrededor de 3 ciclos por día (las órbitas que hay en un día). El resto de picos aparecen en múltiplos exactos de esta frecuencia principal, y aparecerán siempre que la parte periódica de nuestra señal no pueda ser descrita con una sola función sinusoidal. Una vez hemos identificado el periodo de la señal podemos

agrupar las 3000 órbitas en una señal única y de más alta precisión que nos permite ver claramente la presencia de los tránsitos del planeta. Podemos también ajustar un modelo que contenga la suma de todos los picos detectado, y con ello identificar el momento preciso en el que los tránsitos ocurren.

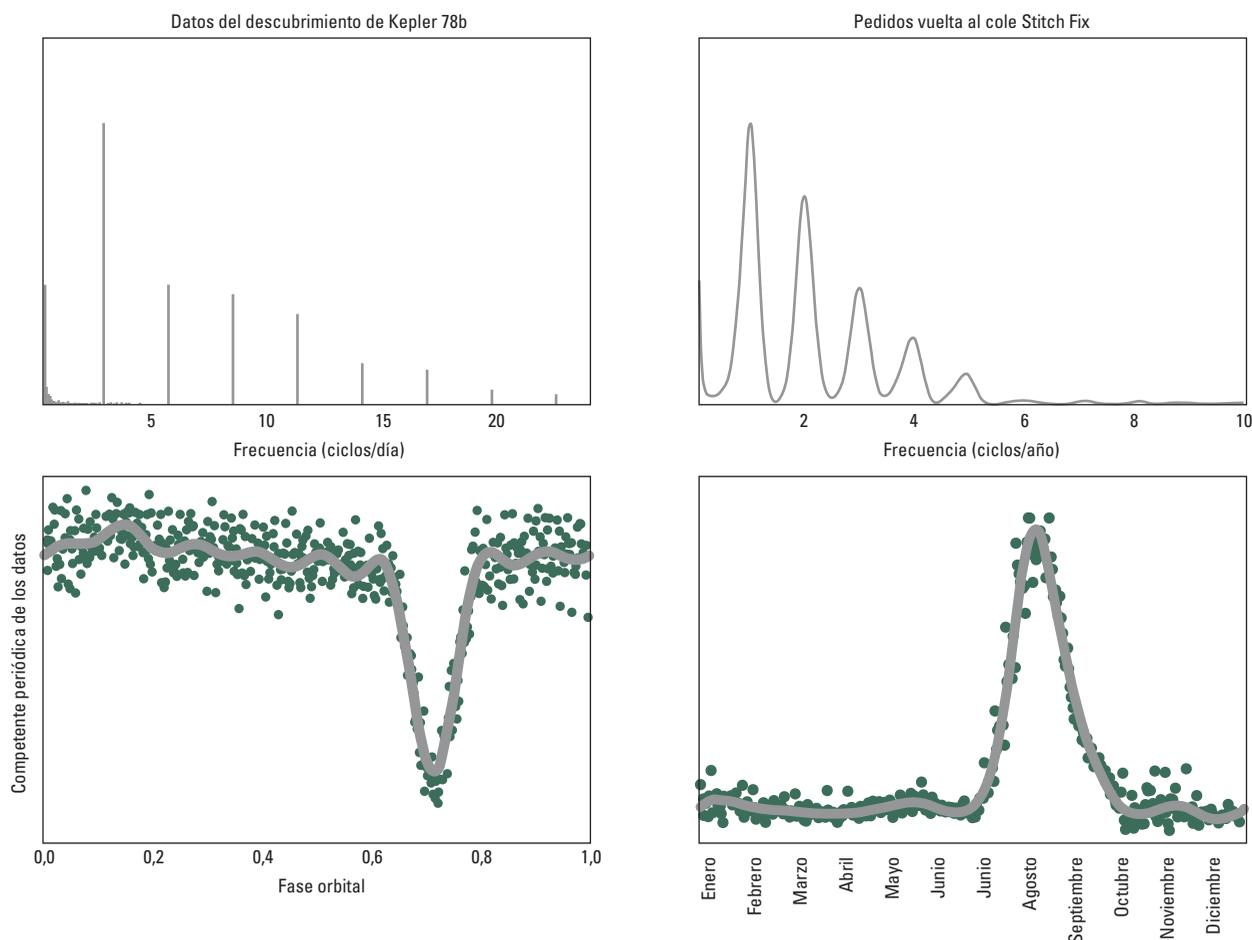
En el caso de la moda nos podemos centrar en un fenómeno muy conocido, el de la vuelta al cole. En la parte superior derecha de la figura podemos ver el espectro de Fourier de los datos asociados con este tema, con una estructura tremendamente parecida a la de los datos del exoplaneta. Podemos observar un pico principal que corresponde a una señal con periodo de un año. El mismo patrón de picos aparece en múltiplos de un ciclo por año, lo cual implica que la forma de la señal es parecida. Al agrupar los datos de los últimos años, podemos ver claramente una gran demanda durante

el verano. El mismo modelo con todos los picos detectados nos permite distinguir que el pico de demanda se sitúa a mitad de agosto.

### CONCLUSIONES

Como hemos podido ver, mundos tan distintos como los sistemas planetarios y la moda tienen una conexión bastante directa en lo que se refiere a la manera en la que los estudiamos usando datos y técnicas estadísticas. Esta conexión no es única, ya que una gran parte de las técnicas que se usan en la frontera entre la moda y el Big Data proceden de otros campos de la ciencia. Trazar este tipo de paralelismos es una de las tareas del Data Scientist, para sobre todo permitir que el campo siga evolucionando a la misma alta velocidad de la última década.

**Figura 1. Comparación del espectro de Fourier de los datos del exoplaneta Kepler-78b y de las solicitudes de ropa para la vuelta al cole.**



En los gráficos superiores, el valor de espectro de Fourier calculado. En la parte inferior, los puntos verdes representan los datos observados agregados para una mejor inspección visual. En gris, un modelo que contiene todas las periodicidades detectadas, y que permite predecir con precisión los tránsitos del planeta o el momento de mayor demanda de ropa para la vuelta al cole.

## ÍNDICE DE PRECIOS DEL TRABAJO. SERIE 2008-2014

Información detallada en INEbase: [www.ine.es](http://www.ine.es)

Un índice de precios del trabajo (IPT) es un indicador cuyo objetivo es medir el cambio en el precio de la mano de obra en el tiempo como consecuencia exclusivamente de las presiones del mercado laboral, es decir, sin que dicha medida esté afectada por cambios en la calidad y cantidad de trabajo realizado (por ejemplo, por cambios en la composición de la fuerza de trabajo, en el número de horas trabajadas, en las características de los asalariados, etc.) o, lo que es lo mismo, descontando el efecto composición.

Por analogía con el índice de precios al consumo que mide los cambios en el precio de una "cesta básica" estandarizada de bienes de consumo y servicios, el IPT debe medir los cambios en el precio de una "cesta básica" estandarizada de puestos de trabajo.

Se realiza a partir de los datos proporcionados por las Encuestas de estructura salarial (anual y cuatrienal).

Se elaboran índices con base 2008 desagregados para las distintas variables asociadas al centro de trabajo y al trabajador.

## PROYECCIONES DE TASAS DE ACTIVIDAD POR GRUPOS DE EDAD Y SEXO. 2016-2029

Información detallada en INEbase: [www.ine.es](http://www.ine.es)

La predicción del comportamiento futuro de la población en relación con el mercado de trabajo aporta una información muy valiosa para múltiples finalidades: evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de protección social, establecimiento de líneas generales de desarrollo económico futuro y de políticas relacionadas con el mercado laboral y la formación de los trabajadores, etc.

Las Proyecciones de tasas de actividad se elaboran en base a información procedente de la Encuesta de Población Activa (EPA) y de las Proyecciones de población. Como datos de base para este estudio se utilizan las series de tasas de actividad trimestrales que estima la EPA sobre la población con 16 o más años de edad, por comunidad autónoma, sexo y grupo de edad quinquenal. Actualmente, la información disponible está calculada con la base poblacional 2011.

## DIRECCIONES Y TELÉFONOS DE INTERÉS

INE-P<sup>o</sup> de la Castellana, 181 y 183 - 28046 Madrid.  
[www.ine.es](http://www.ine.es)

### Atención a usuarios

Tfno.: 91.583.91.00

Fax: 91.583.91.58

Consultas: [www.ine.es/infoine](http://www.ine.es/infoine)

Lunes a jueves de 9 a 14 y de 16 a 18 horas

Viernes de 9 a 14:30 horas

### Índice-Librería del INE

Tfno.: 91.583.94.38

Fax: 91.583.45.65

E-mail: [indice@ine.es](mailto:indice@ine.es)

Lunes a viernes de 9 a 14:30 horas

### Biblioteca

E-mail: [biblioteca@ine.es](mailto:biblioteca@ine.es)

## PUBLICACIONES EDITADAS POR EL INE DE OCTUBRE A DICIEMBRE DE 2016

### INEbase. Noviembre 2016

*Descarga gratuita a través de la web del INE*

Contenido:

Boletín Mensual de Estadística (BME). Noviembre 2016  
Contabilidad Nacional Trimestral de España. 3º Trimestre 2016  
Cuentas Ambientales: Cuentas de Emisiones a la Atmósfera. Serie 2008-2014  
Cuentas Ambientales: Cuentas de Flujos de Materiales. Serie 2008-2014  
Cuentas Ambientales: Impuestos Ambientales. Serie 2008-2014  
Demografía Armonizada de Empresas. 2014  
Elecciones al Parlamento de Galicia. 25 de Septiembre de 2016  
Elecciones al Parlamento del País Vasco. 25 de Septiembre de 2016  
Encuesta de Morbilidad Hospitalaria. 2015  
Encuesta sobre Generación de Residuos en el Sector Industrial. 2014  
EPA. Decil de salarios del empleo principal. Serie 2006-2015  
Estadística de Movilidad Laboral y Geográfica. Serie 2010-2016  
Estadística del Taxi. Serie 1994-2016  
Estadística sobre Actividades de I+D. 2015  
Estadísticas sobre Recogida y Tratamiento de Residuos. Residuos Urbanos. 2014  
Estadísticas sobre Recogida y Tratamiento de Residuos. Tratamiento de Residuos. 2014.  
Indicadores sobre Residuos Urbanos. Serie 2010-2014  
Índice de Precios del Trabajo. Serie 2008-2014  
Proyecciones de Tasas de Actividad. Periodo 2016-2029

### INEbase. Octubre 2016

*Descarga gratuita a través de la web del INE*

Contenido:

Boletín Mensual de Estadística (BME). Octubre 2016  
Contabilidad Nacional Anual de España. Serie 1995-2015  
Encuesta Anual de Estructura Salarial. Serie 2008-2014  
Encuesta Cuatrienal de Estructura Salarial. 2014. Datos definitivos  
Encuesta de Comercio Internacional de Servicios. Serie 2014-2015  
Encuesta sobre el Uso del Agua en el Sector Agrario. Serie 2000-2014  
Encuesta sobre Equipamiento y Uso de TIC en los Hogares. 2016  
EPA. Flujos de la Población Activa. Serie 2005-3º Trimestre 2016  
EPA. Resultados trimestrales. 3º Trimestre 2016  
Estadística de Suministro y Saneamiento del Agua. Serie 2000-2014  
Indicadores de Calidad de Vida. Edición 2016  
Indicadores de Confianza Empresarial. 4º Trimestre 2016  
Indicadores sobre el Agua. Serie 2000-2014  
Proyección de Hogares. 2016-2031  
Proyecciones de Población. 2016-2066

### INEbase. Septiembre 2016

*Descarga gratuita a través de la web del INE*

Contenido:

Boletín Mensual de Estadística (BME). Septiembre 2016  
Contabilidad Nacional Anual de España. Serie 1995-2015  
Elecciones a Cortes Generales. 26 Junio 2016  
Encuesta Coyuntural sobre Stock y Existencias. 2º Trimestre 2016  
Encuesta de Comercio Internacional de Servicios. 2º Trimestre 2016  
Encuesta de Turismo de Residentes. 2º Trimestre 2016  
Encuesta Trimestral de Coste Laboral. Serie 1º trim. 2008 - 2º trim. 2016  
Estadística de Condenados: Adultos. 2015  
Estadística de Condenados: Menores. 2015  
Estadística de Ejecuciones Hipotecarias. 2º Trimestre 2016  
Estadística de Filiales de Empresas Españolas en el Exterior. 2014  
Estadística de Filiales de Empresas Extranjeras en España. 2014  
Estadística de Nulidades, Separaciones y Divorcios. 2015  
Índice de Coste Laboral Armonizado. ICLA. Serie 1º trim. 2000 - 2º trim. 2016  
Índice de Precios de Vivienda (IPV). 2º Trimestre 2016  
Índice de Precios del Sector Servicios. 2º Trimestre 2016

### Censo del Conde de Aranda. Tomo XI

Diócesis de Valencia, Valladolid, Zamora y Zaragoza  
559 páginas.

*Descarga gratuita a través de la web del INE.*