

## EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. EL CASO DE ANDALUCÍA.

**Francisco Manuel Solís Cabrera  
Yusnelkis Milanés Guisado  
Jose Navarrete Cortés**

**Universidad de Sevilla**

### RESUMEN

La evaluación de los resultados de la ciencia y la tecnología resulta esencial para el desarrollo científico, económico y social de cualquier país. En el presente artículo se realiza una revisión del estado del arte de los estudios de evaluación de la investigación científica bajo un enfoque teórico conceptual. Se identifican los principales tipos de indicadores y fuentes de información científica como herramientas fundamentales de la evaluación. Se describe el sistema de evaluación en el contexto andaluz del conocimiento.

**Palabras clave:** evaluación de la investigación científica, indicadores en ciencia y tecnología, indicadores bibliométricos; impacto social de la ciencia y la tecnología, transferencia de conocimientos; Sistema de Información Científica de Andalucía (SICA).

### ABSTRACT

The evaluation of the results of science and technology is essential for scientific, economic and social development of any country. In this article we review the state of the art of evaluation studies of scientific research under a theoretical concept. It identifies the main types of indicators and sources of scientific information as a key evaluation tool. We describe the evaluation system in the Andalusian context of knowledge.

**Keywords:** Research Evaluation, Bibliometric indicators; social impact of the science and the technology, Knowledge transfer; System of scientific information of Andalucía.

Desde el final de la segunda guerra mundial, evaluar la importancia de la investigación científica y lo que se invierte en ella se convirtió en una cuestión fundamental para los políticos y paulatinamente se ha notado la importancia asignada a las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D). Se ha convertido en un instrumento privilegiado para el crecimiento económico, la competitividad, creación de empleos, etc. De ahí que actualmente las políticas científicas tiendan a integrar los diferentes tipos de Investigación y Desarrollo e Innovación con las necesidades sociales, el desarrollo económico y la calidad de vida.<sup>1 2 3</sup>

---

<sup>1</sup> Secretario del Plan de I+D+I de la Junta de Andalucía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia .

<sup>2</sup> Académico Universidad de la Habana.

El aumento en la creación de instituciones de investigación, formación de investigadores, crecimiento de redes científicas y del conocimiento, fomento de proyectos de investigación y generación de innovaciones dan muestras de ello. Por otro lado, el incremento de las inversiones en actividades de I+D e Innovación ha sido notable; por ejemplo, en la Unión Europea para el 2007 y según datos reflejados por la OECD<sup>4</sup>, las inversiones en I+D habían aumentado en un 3% (OECD, 2007) y las inversiones de la misma OECD se habían elevado a 818 mil millones de dólares en el 2006, en comparación con los 468 mil millones de dólares de 1996 (OECD, 2008).

Estos cambios se implican en un contexto de tendencias hacia la globalización y dinámica constante del conocimiento sobre lo cual la ciencia y la tecnología se emergen como una prioridad para los gobiernos. Además, las propias políticas de investigación e innovación están evolucionando, como respuesta a las reformas más amplias para impulsar la productividad y el crecimiento económico, así como para abordar asuntos nacionales (es decir, el empleo, la educación, la salud) y, cada vez más, los desafíos globales, como la seguridad en la energía y el cambio climático (OECD, 2008).

Bajo esta mirada, el hecho de disponer de información que refleje cuantitativamente y cualitativamente los distintos aspectos de las actividades de la I+D reviste una importancia vital a la hora de asignar recursos, determinar las políticas de investigación y tecnología y evaluar el impacto de su ejecución (ALBORNOZ, 2010).

La evaluación de la investigación y la innovación han evolucionado desde 1665, cuando la Royal Society of London estableció el primer método para evaluar la calidad de los trabajos científicos con el clásico peer review, hasta modernos métodos socio-económicos, técnicas métricas e indicadores influenciados por los actuales modos no-disciplinarios de producción de conocimientos que han marcado nuevas relaciones entre los actores de los sistemas de ciencia y tecnología, susceptibles de ser captadas en los estudios de evaluación. Se observa el avance de nuevos tipos de evaluación de la investigación, además del aumento de sus niveles de complejidad.

Actualmente se discute sobre la apropiabilidad de los métodos e indicadores más acertados para evaluar los aspectos de los sistemas de ciencia y tecnología. Lo cierto es que la búsqueda adecuada de los métodos exactos o la posible combinación de ellos continua siendo parte importante de las líneas de investigación en los temas de política y gestión en ciencia y tecnología.

Se pretende entonces con este trabajo ofrecer una panorámica del estado del arte en los procesos de evaluación de la investigación científica así como una revisión general de sus principales indicadores, especialmente haciendo referencia al sistema de evaluación del contexto andaluz del conocimiento.

---

<sup>3</sup> Director técnico del Sistema de Información Científica de Andalucía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

<sup>4</sup> Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD para sus siglas en inglés). <http://www.oecd.org>

## 1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Desde los años 50 se comienza a consolidar en los países industrializados una interrelación ciencia - tecnología - producción, inédita hasta entonces. En ese proceso la ciencia ocupa un papel dinamizador fundamental, incorporándose activamente a la producción.

Una segunda etapa se abre desde mediados de los años sesenta y se va a prolongar durante los setenta. Desde entonces se habla menos de políticas científicas y cada vez más de políticas para el binomio ciencia y tecnología, reconociéndose la especificidad de la tecnología. Junto a esto se hará evidente la necesidad de controlar más el gasto de I+D y evaluar mejor sus resultados.

Ya a finales de los setenta existía en los Estados Unidos una cierta preocupación por los procedimientos de evaluación utilizados en la asignación de fondos de investigación por las agencias públicas de fomento de la I+D [la National Science Foundation (NSF) o los National Institutes of Health (NIH)].

En la década de los años ochenta y noventa se imponen las llamadas "políticas para la innovación." La conjugación de una nueva e importante aceleración del cambio técnico con la agudización de la problemática económica, ocupacional y ambiental puede ser vista como la principal fuerza impulsora del siguiente viraje de las políticas científico - tecnológicas. No obstante, estas últimas décadas han visto una sustancial transformación en la forma de entender estas políticas de innovación tecnológica (CARACOSTAS & MUL DUR, 1998). En una segunda fase de estas políticas se impuso la preocupación por la dimensión no tecnológica necesariamente, identificando las barreras del mencionado modelo lineal, todas ellas responsables de la denominada "paradoja europea" (EUROPEAN COMMISSION, 1995)

Paulatinamente comienza a observarse una preocupación por el impacto de estas políticas de ciencia e innovación en el bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos. Esto se correspondería con una tercera fase en las políticas de innovación, auspiciada por organizaciones como la Comisión Europea (EUROPEAN COMMISSION, 2000), que se caracteriza por estar dirigida prioritariamente hacia objetivos sociales. Incluso desde un enfoque empresarial, la responsabilidad social gana relevancia.

El propio modelo de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI), así como otros relacionados con la producción de conocimientos como el "modelo 2" de Gibbons (GIBBONS & ET AL., 1994) y el modelo de la Triple Hélice (ETZKOWITZ & LEYDESDORFF, 1995, 2000), se enfocan hacia las demandas y componentes sociales, fomentando la generación, comunicación y transferencia de conocimientos entre diversos actores de la sociedad. Estos enfoques propician la evaluación del impacto social de la investigación y la tecnología - en aspectos como bienestar, calidad de vida, riesgos, salud- y además demandan una mayor responsabilidad social por parte de las organizaciones en todos sus procesos, incluidos los de innovación.

Los modelos y las complejas interacciones que implican estas relaciones entre los agentes generadores de conocimiento científico, han contribuido a ampliar la perspectiva y a introducir elementos que conectaban la tradicional forma de la evaluación de la investigación, por medio de la revisión por pares, con la evaluación de las políticas de investigación y de otros objetos, lo que implica la introducción de nuevos instrumentos y herramientas, a la vez que se hacen más complejos los criterios de evaluación.

Y es que hasta los años 80, los métodos de evaluación utilizados eran cualitativos y de corte subjetivo, del estilo peer-review, cuyos procesos quedaban de forma exclusiva dentro de la propia comunidad científica en un marco de evaluación interna. Más adelante comenzaron a introducirse técnicas de carácter cuantitativas procedentes de la bibliometría, que si bien sigue los principios de los juicios de la comunidad científica, suponen un intento de restar subjetividad a los procesos, al tener presente los juicios de valor de la comunidad científica como colectivo, y no como expertos individuales.

A partir de las propias técnicas bibliométricas y otras técnicas de utilidad como las redes sociales, se han desarrollado otras herramientas de análisis basados en los denominados mapas de la ciencia que permiten contextualizar y representar el estado actual de la producción científica de diferentes dominios institucionales y geográficos (LEYDESDORFF, 2004; MOYA ANEGÓN & ET AL., 2006).

Por otro lado, se exploran nuevas fuentes de datos para su explotación como consecuencia del desarrollo tecnológico alcanzado, como es el caso del Currículum Vitae (CV) para el análisis del desempeño científico del investigador (CAÑIBANO, OTAMEND & ANDUJAR, 2008) y se desarrollan indicadores adaptados a las realidades de países con escasos recursos.

Aún cuando la variedad de métodos de evaluación exige hoy un escrutinio de aquellos que resulten más apropiados según el objeto a evaluar, algunos de los principales indicadores, especialmente los de ciencia y tecnología, se han ido consolidando a niveles regionales y nacionales, materializándose en series estadísticas de valiosa utilidad para las políticas en ciencia y tecnología.

## **2. NORMATIVAS ESTADÍSTICAS EN LA EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y LA TECNOLOGÍA.**

Los esfuerzos por normalizar los indicadores con el fin de poder establecer comparativas a nivel de países ha sido objetivo de las agendas de investigación de organismos regionales como la RICYT<sup>5</sup>, OECD, EUROSTAT<sup>6</sup>, NSF<sup>7</sup>. Los resultados

---

<sup>5</sup> Red Iberoamericana de Indicadores en Ciencia y Tecnología (RICYT). <http://www.ricyt.org/>

<sup>6</sup> Es la Oficina de Estadísticas de la Comisión Europea (EUROSTAT-Statistical Office of the European Communities). <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

<sup>7</sup> National Science Foundation (NSF). Division of Science Resources Statistics (SRS). <http://www.nsf.gov/statistics/>

se han visto materializados en series estadísticas y manuales que rigen y normalizan la aplicación de indicadores y encuestas de I+D e Innovación a distintos niveles.

Estas normativas han contribuido a ampliar la perspectiva, visión y utilidad de los procesos evaluativos de la ciencia y la innovación en los diferentes niveles de aplicación, así como a la integración de otros elementos que han convertido a la evaluación en un fenómeno social complejo y dinámico.

En este sentido los Manuales de Oslo, 1992, 2005 (Innovación) y Frascati, 1963 (I+D), han sido los principales en extenderse y aplicarse.

Aparecen definiciones clave universalmente aceptadas (OCDE, 2002,2005):

- *Investigación*: trabajos creativos ejecutados de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad. La investigación se clasifica en básica y aplicada.

- *Desarrollo experimental*: trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes, obtenidos de la investigación y la experiencia práctica, dirigidos a la producción de materiales, productos o servicios, a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios o a la mejora sustancial de los existentes.

- *Innovación*: La implementación de un producto (bien o servicio) o proceso nuevo o con un alto grado de mejora, o un método de comercialización u organización nuevo aplicado a las prácticas de negocio, al lugar de trabajo o a las relaciones externas, entre otras.

Luego se han ido desarrollando otras normativas a nivel regional como el Manual de Bogotá (Innovación en Iberoamérica), o enfocados a aspectos puntuales dentro de estas actividades como Recursos Humanos (Manual de Canberra, 1995), Balanza de Pagos Tecnológicos (BPT), Patentes (Manual de patentes, 1994).

Por otro lado, la mayoría de los países que disponen de un sistema de ciencia consolidado publican anualmente series temporales de los indicadores de ciencia y tecnología más representativos. Por ejemplo, en España, el Instituto Nacional de Estadística (INE) publica cada dos años el compendio: Estadísticas sobre las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico. I+D, y en años alternos, la Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas, como resultado de la recogida de datos de las empresas innovadoras. El Ministerio de Ciencia e Innovación publica anualmente (desde 1998) una recopilación de series temporales de los indicadores básicos de I+D: Indicadores del sistema español de ciencia y tecnología.

También, la OCDE elabora y publica repertorios y bases de datos con series temporales de indicadores de ciencia y tecnología, donde se recogen los datos de inversiones, personal y gastos en I+D, suministrados por todos sus países miembros. Los más importantes son: “Main Science and Technology indicators” y “Basic science and technology statistics”.

EUROSTAT publica estadísticas anuales de I+D en los 27 estados miembros de la Unión Europea, *Research and development annual statistics*, que proporcionan series cronológicas de datos sobre financiación pública de I+D, distribuidas por objetivos socioeconómicos, personal de I+D, gastos en I+D y patentes concedidas. Incluye también estadísticas de innovación.

A nivel regional la RICYT celebra un taller de ciencia y tecnología y presenta un informe anual denominado “El estado de la Ciencia: principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos e interamericanos”, que ha marcado pautas en el reconocimiento e impacto del quehacer científico de los países de la región.

Amén de los aunados esfuerzos por lograr este objetivo, aún se considera que estos manuales y datos estadísticos ofrecidos por estas organizaciones gubernamentales siguen quedándose a un margen, que no permite la adecuada adaptación de los indicadores a las realidades de los países e instituciones (LÓPEZ & TERRADA, 1992). Se demanda de nuevas miradas conceptuales y prácticas en los procesos evaluativos de la ciencia y la tecnología, adaptadas a los nuevos contextos de generación, difusión y apropiación social del conocimiento.

### **3. APUNTES CONCEPTUALES SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

Analizar las relaciones y correspondencias entre lo que se invierte en ciencia e innovación, su rendimiento y el impacto tanto científico como socio-económico de los resultados, sostiene la base de los procesos evaluativos.

En este sentido, el objetivo de los procedimientos de evaluación es la obtención de medidas con respecto al logro de objetivos establecidos por la política científica de un país, sobre los factores que afectan a la promoción de dicho logro y sobre los cambios necesarios para mejorar en el futuro (SPINAK, 2001). Habría que sumarle a este planteamiento de Spinak la necesidad de evaluar el efecto de las políticas, las inversiones y de dichos resultados y logros en el entorno para lo cual se han diseñado.

La evaluación debe generar insumos para proponer otras formas en que el conocimiento científico y sus aplicaciones apoyen las políticas y programas de los gobiernos, así como posibilitar la detección de carencias con respecto a indicadores en las áreas de la ciencia y la tecnología que sea necesario.

Ha sido definida por Sanz Menéndez (2004) como: "...un instrumento para determinar la asignación de recursos, un mecanismo para cambiar estructuras organizativas y definir nuevos incentivos, o para evaluar los resultados en ciertas áreas científicas en relación con las necesidades nacionales. Es un método para proveer información de carácter evaluativo sobre algunos aspectos relacionados con la investigación (los objetos: individuos, proyectos, centros, programas, políticas, etc.) contra algunos criterios u opiniones (que van desde la excelencia investigadora a los efectos socio-económicos)” (SANZ: 2004, pág. 5).

La evaluación, por tanto, supone un análisis de la medida en que las actividades han alcanzado objetivos específicos. Este análisis se realiza a partir del uso de enfoques o metodologías de análisis. El propio López Yepes (2000), al referirse a la evaluación en el contexto de las ciencias de la documentación, considera que la evaluación es la valoración cualitativa y cuantitativa y la crítica objetiva de todos los elementos que constituyen el proceso de la investigación científica con ayuda de los métodos adecuados (LÓPEZ, 2000).

Evaluar implica “evaluar la calidad de la investigación”. Bajo esta perspectiva influyen categorías importantes a distinguir como la calidad, la importancia y el impacto. Estos pueden ser analizados, por su nivel de complejidad, desde la perspectiva de los mismos científicos o desde los análisis de citaciones.

La evaluación tanto para la I+D como para la innovación es aplicable en diferentes tipos de unidades de evaluación u objetivos: publicaciones, científicos, proyectos, grupos, programas, instituciones, portafolios, políticas y sistemas.

A estos objetivos se le asocian en la evaluación diferentes tipos de niveles de agregación: “micro”, “meso”, “macro”. Vinkler (1988) establece que en el nivel “micro” los datos sobre publicaciones y citaciones investigados están referidos a un artículo, proyecto o grupo; en el nivel “meso” a un grupo de publicaciones, subdisciplina o institución y en el nivel “macro” se refieren a todas las publicaciones seleccionadas según puntos de vista dados, una disciplina en su conjunto o un grupo de países (VINKLER, 1988).

La correcta selección del método a utilizar en la evaluación se realiza teniendo en cuenta el nivel de agregación del dominio de análisis. Este análisis le ofrece al estudio de evaluación la rigurosidad imprescindible. Por ejemplo, normalmente cuando se analizan instituciones en niveles de agregación meso o micro se debe abarcar un periodo reducido de tiempo, o se manejan datos de instituciones con poca producción científica. En otras ocasiones, algunos indicadores como los cuantitativos resultan más eficaces cuando más alto es el nivel de agregación (ARENCIBIA, 2007).

En función también de estas clasificaciones los diferentes métodos y escalas de evaluación han ido modificándose y evolucionando.

En el caso de la evaluación cualitativa el conocido método de la opinión de expertos (peer review), con sus desventajas<sup>8</sup>, cuestionamientos y ventajas identificadas tradicionalmente, ha sido el sistema clásico de evaluación de la calidad de la investigación desde su implementación por la Royal Society de Londres en el siglo XVII. Se basa en la opinión de los expertos en una materia dada, teniendo en cuenta criterios como son la producción bibliográfica, los premios recibidos, la capacidad docente, los méritos de investigación reconocidos, los proyectos de investigación obtenidos, etc (FRODE & BARLEBO, 2003).

---

<sup>8</sup> Algunas desventajas de la evaluación por pares:

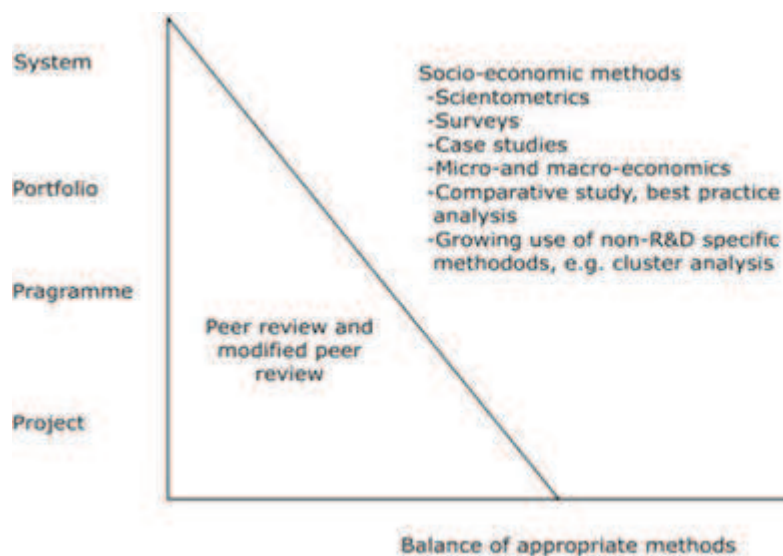
- elevado coste y su aplicación limitada a pequeñas unidades.
- sesgos que introduce en el proceso de evaluación la parcialidad y la subjetividad de los expertos implicados en el mismo.

Este método, cuyo objetivo de evaluación ha sido en lo fundamental científicos, artículo de revistas para su publicación, instituciones, proyectos, asignación de financiamientos, se ha ido modificando paulatinamente hasta alcanzar niveles superiores de evaluación como los programas o sistemas macro (ver gráfico 1).

Uno de los métodos más empleados, que supuso la consolidación de técnicas de carácter cuantitativo, ha sido la Bibliometría a partir del análisis y recuento de las publicaciones científicas y las citas que estas generan (GARFIELD, 1955; NARIN, 1976; GLÄNZEL, 2009). Este método ha sido muy aceptado por los políticos en ciencia y tecnología. El conocimiento mismo de los canales de comunicación y las formas de acceso a las publicaciones brinda la objetividad necesaria a un indicador bibliométrico. No obstante, esta metodología ha sido objeto de múltiples críticas especialmente relacionadas con los sesgos de las bases de datos empleadas, las motivaciones de la citación (COSIJN & INGWERSEN, 2000) o por la inutilidad de las citas como medida de calidad (MACROBERTS & MACROBERTS, 1989).

Muchos otros autores recomiendan el empleo combinado de varios métodos de evaluación. A pesar de que en un momento el propio peer review y la bibliometría se han visto enfrentados (internalistas y externalistas), incluso en estudios comparativos (AKSNES & ELISABETH, 2004), pronto se han revelado como métodos que se complementan enriqueciendo los resultados de la evaluación (BIHUI, ROUSSEAU & SUN, 2005). Los responsables de un peer review podrán utilizar los indicadores bibliométricos como estimen oportuno, de ellos dependerá el buen o mal uso.

Paulatinamente otros métodos se han venido desarrollando y han coexistido intentando lograr un balance apropiado en los métodos empleados para la evaluación de la ciencia y la innovación, según los niveles de aplicación.



El gráfico 1 ilustra el cambio de enfoque que se produce al trasladarse de los niveles más bajos a los más altos de agregación en los sistemas de ciencia e innovación. En la medida



en que aumentan los niveles de agregación, toman más uso los métodos asociados con su impacto socio-económico.

Lo más acertado, y es a lo que se debe aspirar en todo proceso de evaluación, es definir el uso de los métodos de evaluación en función del contexto de análisis, los niveles de agregación y sus peculiaridades teniendo presente los objetivos y alcance del estudio. Esto requiere en muchos casos la capacidad de poder complementar los tipos de herramientas e indicadores en una simbiosis efectiva.

Por tanto, resulta imprescindible en un estudio de evaluación la selección adecuada de los indicadores a aplicar. El diseño, tabulación, o mapeo de estos indicadores tanto cualitativos como cuantitativos son fases iniciales en la evaluación, una vez identificados los aspectos medulares a evaluar y los métodos correspondientes.

#### **4. INDICADORES COMO HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

Utilizar indicadores, medidas, permite establecer comparativas de determinados fenómenos sociales, siempre y cuando se analicen dentro del contexto en el que ocurren. Los indicadores representan una medición agregada y compleja que permite describir o evaluar un fenómeno, su naturaleza, estado y evolución (MARTÍNEZ & ALBORNOZ, 1998). Según Mario Albornoz (2010), constituyen un elemento de diagnóstico y por tanto los más aptos son aquellos que resultan ser más funcionales al tipo de diagnóstico a realizar (ALBORNOZ & BARRERE, 2010).

Cumplen, por un lado, con una función descriptiva, destinada a aportar información sobre una situación determinada, o el estado de un sistema y su evolución en el tiempo; y por el otro, cumplen también una función valorativa, al permitir apreciar los efectos provocados por una actuación.

En torno a los Sistemas de Ciencia, Tecnología e Innovación, los indicadores de ciencia y tecnología, como constructores sociales, miden aquellas acciones sistemáticas relacionadas con la generación, difusión, transmisión y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos (RUSSELL, 2004), o sea, son medidas cuantitativas que se aplican en los sistemas de producción del conocimiento para mostrar los procesos de toma de decisiones a nivel de la ciencia y la tecnología.

Las diferentes etapas por las que han trascendido los indicadores a partir de los modelos de innovación imperantes, han permitido medir el comportamiento de estos sistemas: desde los indicadores de insumo de la postguerra, pasando por los indicadores de producto (oferta científico-tecnológica) de los años 60 y 70<sup>9</sup>, las disciplinas métricas, recursos humanos y trayectorias científica hasta los actuales indicadores de innovación (apropiación de la oferta por el sistema productivo), así como la actual búsqueda de una nueva generación de indicadores para evaluar la apropiación social del conocimiento y los beneficios que aporta a la sociedad, a través de los indicadores de impacto social.

---

<sup>9</sup> OECD. Manual de Frascati desde 1963 marcó el empleo de indicadores de insumos.

Aunque se aprecian diferencias en las formas de denominarlos se identifican en todas las clasificaciones puntos comunes a medir: Contexto, Recursos humanos, Inversiones en I+D, Resultados (patentes y bibliometría), Innovación. La clasificación inicial de estos indicadores ha sido a un nivel macro: indicadores de input e indicadores de output.

Para la medición de los insumos (input) se utiliza la metodología recogida en manuales, ya mencionados, de Frascati, Oslo y el de Canberra y se centran fundamentalmente en los recursos financieros y recursos humanos. La medición de los output se torna actualmente sumamente compleja pues bajo esta perspectiva se intenta medir los resultados de la investigación científica y sus complejas relaciones e impacto en la sociedad.

Los indicadores bibliométricos, por ejemplo, se derivan del análisis de los resultados de la investigación a partir de las publicaciones científicas y de las patentes y se emplean con éxito en la gestión de la política científica y tecnológica. Estos se pueden aplicar para evaluar unidades de diferente tamaño ya referidas por Vinkler (1988) como niveles de agregación.

Bajo esta perspectiva diversidad de autores ofrecen variadas clasificaciones. Inicialmente pueden agruparse en dos grandes grupos: los que miden calidad y el impacto de las publicaciones y los que miden cantidad y el impacto de las vinculaciones o relaciones entre las publicaciones (indicadores de citación). Estos pueden medirse como índices simples, relativos o ponderados. O, por otro lado, pueden medirse según atendiendo a series cronológicas o como medidas de distribución (ARENCIBIA, 2007).

Navarrete y Banqueri (2008) lo clasifican a partir de su utilidad para evaluar el impacto de la investigación para la toma de decisiones, como soporte en los sistemas de evaluación de la actividad científica. Así, lo agrupan en tres grandes bloques (NAVARRETE & BANQUERI, 2008):

**Indicadores para la dimensión cuantitativa:**

- Dimensión del staff investigador y recursos económicos asociados.
- Recuentos absolutos y relativos de tipos de actividad o producción científica.
- Tasas de variaciones de los ritmos de crecimiento de los resultados de investigación
- Índices de especialización temática a través de los esfuerzos relativos en la producción de diferentes especialidades.

**Indicadores para la dimensión cualitativa:**

- Indicadores para la medición de la visibilidad de los canales de difusión utilizados durante la comunicación de los resultados de investigación.
- Indicadores para la medición de impacto real en los diferentes sectores sociales.

**Indicadores para la dimensión estructural y de redes sociales.**

- Indicadores de colaboración
- Indicadores para la descripción de estructuras y relaciones temáticas.

Otros indicadores, como los abordados para la evaluación del impacto social, se encuentran en estudio con la comprobación de determinadas hipótesis como son los indicadores. A diferencia de los indicadores para evaluar el impacto científico, validados en la comunidad científica a través de los indicadores bibliométricos, los indicadores de impacto social se presentan aún como un campo de estudio emergente (MILANÉS, 2009). No obstante, es imprescindible el desarrollo y avance en el diseño de indicadores capaces de medir el impacto social real de la investigación.

Esta necesidad se fundamenta en el supuesto de que la inversión pública en ciencia y tecnología requiere ser justificada en términos de beneficios para la sociedad.

Por su estrecha vinculación con la apropiabilidad social del conocimiento y la medición de posibles efectos sociales en categorías relacionadas con el desarrollo social, los indicadores para su evaluación suelen ser complejos y de difícil diseño. Las aproximaciones metodológicas realizadas (MENDIZÁBAL & ET AL., 2003; ESTEBÁNEZ, 2002; ALBORNOZ & ET AL., 2005) enfocan este tipo de indicadores fundamentalmente en dimensiones clave como: la ciencia y la tecnología; el desarrollo social y la vinculación entre ciencia y la tecnología y el desarrollo social.

En este marco, los estudios de transferencia de la investigación y la tecnología se constituyen en uno de los ejes de análisis, aún cuando no son consideradas variables de impacto social en su totalidad. Lo cierto es que los indicadores diseñados con estos propósitos permiten identificar en qué medida la investigación producida en las universidades se traduce al sistema productivo, finalizando con un valor económico o comercial, o en el incremento de capacidades productivas o de bienestar social como valor intangible.

Los análisis de transferencia es posible analizarlo desde variables macro como: Normativa que regula la transferencia; Intereses y objetivos de transferencia; Nivel de madurez de la vinculación; Nivel de valorización del conocimiento empresarial; Nivel de confianza al accionar; Nivel de compromiso con el sector empresarial; Nivel de comunicación; Nivel de formación de redes; Nivel de interacción con las empresas; Nivel de proximidad con las empresas; Comercialización del conocimiento; Actividades emprendedoras; Actividades de asesoría y consultoría; Comercialización y uso de equipamientos universitarios; Contratos de investigación con clientes no académicos; Colaboración no académica en investigación académica, etc. (GONZÁLEZ & ZANFRILLO, 2007; BUENO, 2007; MOLAS-GALLART & ET AL., 2002)

Los estudios actuales relacionados con la tercera misión de las universidades (BUENO, 2007; MOLAS-GALLART & ET AL., 2002) bajo el enfoque de la triple hélice, aportan a este tipo de análisis una perspectiva que exige el diseño concreto de indicadores que sean capaces de captar estas realidades en los entornos de los Sistemas Nacionales de Innovación.

La complejidad en el diseño y aplicabilidad de los indicadores en muchas ocasiones reside en la obtención y manejo de las fuentes de datos. Las fuentes de la información, actualmente materializado en sistemas automatizados de información científica, constituyen herramientas importantes para la construcción, gestión y visualización de los indicadores.

## **5. FUENTES DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA: HERRAMIENTAS PARA MEDIR Y EVALUAR LA ACTIVIDAD INVESTIGADORA**

Las tecnologías de la información y comunicación (TICs) han convertido a los recursos de información tradicional, procedente de los ámbitos de la biblioteconomía y documentación, en una de las herramientas fundamentales para la evaluación de la actividad científica.

En este sentido cabe pensar en la cantidad de recursos electrónicos en forma de bases de datos bibliográficas ofrecidas por los diferentes distribuidores para cada una de las especialidades científicas (OvidSP, ProQuest, CSA Illumina, etc.). O en las bases de datos bibliográficas multidisciplinares pero convertidas en referencias para la evaluación al ofrecer directamente indicios de calidad relativa (Productos ISI, Scopus de Elsevier, Google Scholar, etc.). También debemos incluir la inmensa cantidad de bancos de datos con información de carácter socioeconómico bajo la forma de directorios, anuarios y series estadísticas.

De igual modo, las TICs han hecho más accesibles las fuentes oficiales originadas como consecuencia de procesos legales, administrativos y burocráticos donde se registran algún tipo de actividad científica y técnica (registros de propiedad intelectual, convocatorias públicas para incentivar la investigación, programas marcos gubernamentales para líneas prioritarias, procesos de acreditación y habilitación, de investigadores).

Por último, no se debe olvidar internet como medio y espacio global donde se producen y registran todo tipo de intereses, flujos o relaciones comunicativas entre los agentes y actores propios de los sistemas de ciencia y tecnología (redes sociales, web 2.0 y la webometrics).

La correcta elección o combinación de este tipo de fuentes, a la hora de acometer procedimientos de evaluación, es tema de discusión en la actual literatura especializada (ref.). En concreto sobre las deficiencias propias originadas por los sesgos de diversa índole que conlleva la no utilización de forma integrada de tan heterogéneo conjunto.

Debido a ello, ha sido posible estudiar y definir estructuras capaces de ser modelizadas, tanto conceptual como físicamente, en los denominados Sistemas de Información Científica (SIC) de dominio Geográfico, convirtiéndose así en un único repositorio común capaz de registrar de forma conjunta no solo toda tipología de resultados de investigación, sino que también todos los intereses y puntos de vista de los agentes del conocimiento.

Así, se han creado proyectos materializados en sistemas de suma utilidad para la actividad investigadora, así como su gestión y evaluación. Algunos de estos proyectos

proviene desde universidades como es el caso del **Atlas de la Ciencia** por el grupo *SCIMAGO*, que en los últimos años ha trabajado en el desarrollo de técnicas de visualización de la información científica que posibiliten el acceso, evaluación, recuperación y análisis de la información; el **CIENTIFICA** desarrollado por el grupo EC3 de la Universidad de Granada, que partiendo de la recopilación manual de diversas fuentes (memorias, bases de datos internas, Web of Science,...) se comporta como un Sistema de Apoyo a las Decisiones (DSS) en el ámbito de la política científica de la universidad. También es posible citar el **Scival** desarrollado por ELSEVIER sobre la base de datos Scopus y que, como aplicación destinada a la toma de decisiones basadas en evidencias cuantitativas, pretende detectar los frentes de investigación más potentes de una universidad y las posibles instituciones que también participan de dichos frentes.

Otro sistema representativo en este sentido ha sido el Sistema de Información científica de Andalucía (**SICA**) creado en el 2001. Este sistema, de suma utilidad para la Comunidad Autónoma de Andalucía, se diseñó con unos objetivos muy concretos y orientados a la generación de mecanismos ágiles para la gestión y mantenimiento de forma continua y actualizada del currículum individual de los investigadores; así como instrumento de ayuda para la Administración en general y los responsables en política científica en particular, en la toma de decisiones. Este nuevo escenario, ha supuesto la creación de una base de conocimiento autorizada para albergar criterios normalizados y consensuados en materia de evaluación y calidad de los resultados de la actividad científica. Asimismo, está evolucionando hacia una herramienta para la transferencia de los resultados de información entre los distintos tipos de agentes del Sistema andaluz del conocimiento.

## **6. LOS ESTUDIOS DE EVALUACIÓN EN EL CONTEXTO ANDALUZ DE LA INVESTIGACIÓN.**

Los procesos de evaluación de la investigación en Andalucía se están consolidando poco a poco, aunque aún tienen corto recorrido. Desde que se aprueba el primer Plan Andaluz de Investigación (PAI) en 1989 y durante el período de vigencia de estos planes, existieron las denominadas “*ponencias*”<sup>10</sup> del Plan Andaluz de Investigación, formadas por destacados científicos en cada una y que eran las encargadas de evaluar las distintas convocatorias que se realizaban al amparo de los Programas Horizontales del PAI.

El primer intento serio institucional de evaluación de estos planes se hizo al finalizar el III PAI, evaluación que coordinó el Instituto de Estudios Sociales Avanzados de Andalucía y en la que participaron distintos expertos de ámbito nacional. De esta evaluación se hicieron una serie de recomendaciones con objeto de que sirviera de base para la elaboración del nuevo Plan.

Con la creación de la CICE y las nuevas competencias asumidas, se elabora el nuevo Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI) que entró en vigor en 2007 y que “constituye el nuevo marco de planificación de las políticas de investigación y desarrollo tecnológico para la innovación, orientada a la mejora de la competitividad empresarial, la

---

<sup>10</sup> Inicialmente fueron 6, AGR, CVI, HUM, RNM, TEP y TIC y a partir del II PAI, 1994 pasan a 9, AGR, CVI, CTS, RNM, HUM, CSJ, FQM, TEP y TIC.

creación de empleo de calidad y la rentabilidad social de la ciencia, para contribuir al progreso social, económico y cultural de Andalucía”. Se pone en marcha la Agencia Andaluza de Evaluación de la Calidad y Acreditación Universitaria (AGAE), cuya misión es la evaluación continúa de los procesos y actividades docentes, de investigación y gestión desarrolladas en las Universidades Andaluzas, desarrollando procesos de certificación y acreditación de programas, instituciones, grupos y personas pertenecientes al Sistema Andaluz y trasladando información sobre el funcionamiento y calidad del Sistema Universitario Andaluz a la sociedad y a la Administración Pública Autónoma y que sustituya a las antiguas Ponencias.

El PAIDI, según consta en el capítulo XIII dedicado al Seguimiento y Evaluación, “dispondrá de los mecanismos necesarios para realizar el seguimiento, y evaluación de las acciones previstas en él”. Para indicar más adelante que “corresponde a la AGAE proponer, diseñar, gestionar los criterios, indicadores, y proceso de seguimiento y evaluaciones” (PAIDI, 2007, p. 37)

La Evaluación institucional de la Investigación adquiere también un importante protagonismo en los contratos programas que se acuerdan con las Universidades Andaluzas para regular la financiación de las mismas, donde el 40% de la financiación dependen de los resultados de investigación y de innovación que obtengan las Universidades.

El PAIDI contempla una batería de indicadores que permiten hacer un seguimiento y evaluación de los objetivos previstos en el mismo. Esto se complementa con la elaboración de las memorias anuales de I+D+I que publica la CICE, importantes instrumentos para la evaluación y análisis del Sistema Andaluz del Conocimiento y sobre todo para la toma de decisiones de los responsables de las Políticas Públicas.

Entendemos que un paso definitivo para consolidar la Planificación, financiación, gestión y evaluación de la I+D+I en Andalucía, lo constituye la Ley 16/2007 de 3 de Diciembre, Andalucía de la Ciencia y el Conocimiento aprobada por el Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía, en ella se contempla la puesta en marcha de la Agencia del Conocimiento de Andalucía, que asumirá estas competencias e integrará a la actual AGAE.

Por otro lado, la propia creación del SICA y los esfuerzos actuales por su actualización y modernización, conllevan una atinada estrategia por parte del gobierno para en una nueva etapa incorporar al sistema paradigmas y metodologías con el fin de generar una herramienta única que preste multitud de servicios al Sistema del Conocimiento andaluz en su conjunto.

Con todas estas iniciativas se pretende dar respuesta a los retos que imponen la dinámica de la actual Sociedad del Conocimiento, creando las bases necesarias y los mecanismos adecuados para la generación, la transferencia y la aplicación de los resultados del conocimiento, la divulgación y su impacto social debiendo estar la evaluación presente en todos y cada uno de las fases de este proceso.

## 7. CONCLUSIONES

Evidentemente se ha notado un aumento en los objetivos, alcance, fuentes y métodos de evaluación que le confieren mayores niveles de complejidad. Las nuevas interacciones que caracterizan los sistemas de ciencia e innovación enfatizan el carácter sistemático, dinámico y complejo de estas actividades. Por otro lado, la dinámica actual del conocimiento, con entornos facilitadores de su producción, transferencia y apropiación social, demanda a los métodos y herramientas de evaluación el abarcar tales procesos y sus consecuencias sociales, además de intentar medir las interacciones de causa-efecto entre los agentes y factores de los Sistemas de Innovación.

La combinación acertada de varios métodos de análisis fue y es una de las tendencias de desarrollo en el área de los indicadores de ciencia y tecnología. El uso de indicadores estadísticos de I+D, el peer review como método de evaluación cualitativo, los indicadores biblio-cienciométricos con los mapas de la ciencia y las redes sociales, entre otros métodos relacionados con la medición de la producción del conocimiento y su comercialización, transferencia de las universidades y centros de investigación a los sectores productivos, así como su impacto social en la calidad de vida de los ciudadanos, han de mezclarse para su empleo de manera apropiada en función de los contextos de estudio.

Es necesario desarrollar metodologías e indicadores que trasciendan la observación de lo que es relativamente más fácil de cuantificar en aras de capturar los impactos más profundos e incorporar elementos cualitativos en las metodologías. La evaluación de los efectos socio-económicos de la investigación científica se plantea como reto y necesidad actual de los procesos de evaluación y así se asume en el escenario andaluz del conocimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBORNOZ, M. & BARRERE, R. (2010). *Indicadores de ciencia y tecnología en América Latina*. Material presentado en el Máster Propio en Planificación, Gestión y Evaluación de la I+D+I. Febrero 2010. Universidad Internacional de Andalucía.

AKSNES, D. & ELISABETH, R. (2004). Peer reviews and bibliometric indicators: a comparative study at a Norwegian university. *Research Evaluation*, 13(1), 33-41.

ALBORNOZ, M., ESTÉBANEZ, M. E. & ALFARAZ, C. (2005). Alcances y limitaciones de la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología. *Revista CTS*, 4(2), 73-95.

ARENCIBIA, R.J. (2007). Evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la cienciometría. *ACIMED*, 17(4).

ARNOLD, E. (2004). Evaluating research and innovation policy: a systems world needs systems evaluations. *Research Evaluation*, 13(1), 3-17.

BUENO, E. (2007). La tercera misión de la Universidad. *Boletín Intellectus*, 12, 15-17.

CAÑIBANO C., OTAMEND J., & ANDUJAR, I. (2008). Measuring and assessing researcher mobility from CV analysis: the case of the Ramón y Cajal Programme in Spain. *Research Evaluation*, 17(1), 17-31.

CARACOSTAS, P., & MUL DUR, U. (1998). *Society, the Endless Frontier, D.G. XII – Science, Research and Development*, Luxembourg.

COSIJN, E. & INGWERSEN, P. (2000). Dimensions of relevance. *Inf Process Manage*, 36(4), 533-50.

EUROPEAN COMMISSION. (1995). *The Green paper on Innovation*, Luxembourg.

EUROPEAN COMMISSION. (2000). *Science, Society and the Citizen in Europe*, Brussels.

ETZKOWITZ, H. & LEYDESDORFF, L., (1995). The triple helix– university– industry–government relations: a laboratory for knowledge-based economic development. *EASST Review* 14

ETZKOWITZ, H. & LEYDESDORFF, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2).

FRODE, L. & BARLEBO, S. (2003) The Agora and the Role of Research Evaluation. *Evaluation*, 9, 149-161

GARFIELD, E. (1955). Citation indexes for science: a new dimension in documentation through association of ideas. *Science*, 122, 108–111

GIBBONS, M., & ET AL. (1994). *The New Production of Knowledge*. London: Sage.

GLÄNZEL, W. ET AL. (2009). Subfield-specific normalized relative indicators and a new generation of relational charts: Methodological foundations illustrated on the assessment of institutional research performance. *Scientometrics*, 78 (1), 165–188

GONZÁLEZ, M. & ZANFRILLO, A. (2007). La actividad de transferencia de las universidades al medio socio-productivo: búsqueda de indicadores cualitativos. VII Congreso de Indicadores de Ciencia y Tecnología. RICYT . San Pablo, Brasil, 23 a 25 de Mayo de 2007.

JIN, B., ROUSSEAU, R., & SUN, X. (2005). Key labs and open labs in the Chinese scientific research system: qualitative and quantitative evaluation indicators. *Research Evaluation*, 14 ( 2), 103–109

JUNTA DE ANDALUCÍA. (2007). *Ley de la Ciencia*. LEY 16/2007, de 3 de diciembre, Andaluza de la Ciencia y el Conocimiento, BOJA nº 250, de 21 de diciembre de 2007.

JUNTA DE ANDALUCÍA. (2004). AGAE. En: Artículo 78, del Capítulo II, LEY 15/2003, de 22 de diciembre, Andaluza de Universidades, BOE nº 14, de 16 de enero de 2004.

LEYDESDORFF, L. (2004). Clusters and maps of science journals based on bi-connected graphs in Journal Citation Reports. *Journal of Documentation*. 60(4), 371-427.



LÓPEZ PIÑEIRO, J.M & TERRADA, M.L. (1992). Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica. (I) Usos y abusos de la bibliometría. *Med Clin (Barc)*, 98, 64-68.

LÓPEZ YEPES, J. (2000). La evaluación de la ciencia en el contexto de las ciencias de la Documentación.- Ponencia presentada al V Encuentro de la Asociación de la Educación e Investigación en Bibliotecología, Archivística, Ciencias de la Información y Documentación de Iberoamérica y el Caribe (EDIBCIC).- Granada, España, 21-25 de Febrero de 2000.

MACROBERTS, MH. & MACROBERTS, BR. (1989). Problems of citation analysis: A critical review. *Journal of the American Society for Information Science*. 1989;40:342-9.

MARTÍNEZ, E. & ALBORNOZ, M. (1998). Indicadores de Ciencia y Tecnología: Estado de Arte y Perspectivas. Caracas, Venezuela, Nueva Sociedad/UNESCO

MOYA ANEGÓN, F., & ET AL. (2006). Visualizing and analyzing the Spanish science structure: ISI Web of science 1990-2005. *El Profesional de la Información*. 15(4), 258-69.

MENDIZÁBAL, ET AL. (2003). Desarrollo de una Guía de Evaluación de Impacto Social para proyectos de I+D+I. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 5.

MILANÉS, Y. (2009). Evaluación del impacto de la ciencia, la tecnología y la innovación: aproximación desde las dimensiones científico, económico y social. Diploma de Estudios Avanzados. Universidad de Granada, Granada.

MOLAS-GALLART, j., SALTER; P., & PATEL; A. (2002). *Measuring third stream activities*. Brighton (U.K.): SPRU

NARIN, F. (1976). *Evaluative Bibliometrics: The Use of Publication and Citation Analysis in the Evaluation of Scientific Activity*. New Jersey: Computer Horizons, Inc, Cherry Hill,.

NAVARRETE, J. (2003). *La producción científica de las universidades andaluzas (1991-1999)*. Un análisis bibliométrico. Unpublished Tesis doctoral Universidad de Granada, Granada.

NAVARRETE, J. & BANQUERI, J.. (2008). Los sistemas de información científica: herramientas para medir el impacto de la investigación biomédica. *MED CLIN (BARC)*. 131(Supl 5):71-80.

OECD. (2002). *Manual de Frascati. Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*. París: OECD.

OCDE. (2005). *The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for collecting and Interpreting Technological Innovation Data*. Oslo Manual. París: OECD.

OECD. (2007). *Science, Technology and Industry Scoreboard 2007—Innovation and Performance in the Global Economy*. Paris: OECD.

OECD. (2008). *OECD Science, Technology and Industry outlook 2008. Summary in Spanish*. ISBN 978-92-64- 049949.

PAIDI. (2007). DECRETO 86/2007, de 27 de marzo, por el que se aprueba el Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (2007-2013), BOJA nº 72, de 12 de abril de 2007. Consejería de Ciencia, Innovación y empresa.

SANZ MENÉNDEZ, L. (2004). *Evaluación de la investigación y sistema de ciencia*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Unidad de políticas comparadas. España.

SOLIS CABRERA, F. M. (2000). El sistema de I+D en Andalucía dentro del contexto nacional europeo: una evaluación del Plan Andaluz de Investigación. Tesis Doctoral, Departamento de Economía Aplicada I, Universidad de Sevilla

SOLIS CABRERA, F. M. (2008). El sistema de información científica de Andalucía: una experiencia pionera en España. *Revista madri+d*, 22 (Ejemplar dedicado a: Las Comunidades Autónomas frente a la I+D+i), 12-18

SOLÍS CABRERA, F.M; NAVARRETE CORTÉS, J; SANTA, S. & VARGAS VILLAFUERTE, M. (2008). *El Sistema de Información Científica de Andalucía: un modelo para la gestión de los agentes del conocimiento es dominios geográficos*. XIV Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. La Habana. CUBA.

SPINAK, E. (2001). Indicadores cuantitativos. *Acimed*, 9 (Supl).

VINKLER, P. (1988). An attempt of surveying and classifying bibliometric indicators for scientometric purposes. *Scientometrics*, Vol. 13, No. 5-6.

*Fuentes electrónicas:*

RUSSELL J. (2004). Obtención de indicadores bibliométricos a partir de la utilización de las herramientas tradicionales de información.

<http://www.eventos.bvsalud.org/INFO2004/docs/es/RussellJM.pdf>. [Consultado: 5 de marzo del 2009].

ESTEBÁNEZ, M. E. (2002). Impacto social de la ciencia y la tecnología: estrategia para su análisis, incluido en "El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/ Interamericanos". <http://www.riicyt.org/interior/difusion/pubs/elc/14.pdf>. [Consultado: 15 de Junio de 2009].

Fecha de recepción: 15 de abril de 2010

Fecha de aceptación: 1 de junio de 2010