

---

# PLATAFORMAS COGNITIVAS DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LA INTELIGENCIA COMPETITIVA DE LAS PYMES DE BASE TECNOLÓGICA

ALBERTO TEJERO

GONZALO LEÓN

Universidad Politécnica de Madrid

En los últimos veinte años los países desarrollados han transitado rápidamente desde una sociedad regida por la acumulación de «información» a otra que se podría denominar «sociedad basada en el conocimiento» (*knowledge-based society*), en la que la información por sí misma carece de valor si no es contextualizada y analizada en beneficio de los ciudadanos. El *conocimiento* es mucho más que mera información, aporta un valor añadido

a los productos o servicios de cualquier organización, ya que se convierte en un elemento proactivo para abordar y resolver problemas complejos en contextos dinámicos globalizados. Cualquier organización pública o privada necesita gestionar el (su) «conocimiento» (tanto tecnológico, como de negocio o de recursos humanos) en todos los ámbitos de su actividad, analizando la información acumulada (OECD, 2015; Maassen and Stensaker, 2011; OECD, 1997).

Los procesos de uso del conocimiento en el sector empresarial para la toma de decisiones se han conocido clásicamente como «inteligencia de negocio» (*business intelligence*) (1). Este concepto no se limita únicamente a apoyar un enfoque dirigido a la mejora de la gestión de los recursos de las empresas, sino que también se ha convertido en un arma de diferenciación y competitividad que aporta el conocimiento necesario para permitir a los usuarios finales acceder y analizar de manera rápida y sencilla a la información requerida para la toma de decisiones de negocio a nivel operativo, táctico y es-

tratégico. En definitiva, se trata de apoyar la «toma de decisiones» mediante el análisis contextualizado de información (Chaudhuri et. al, 2011).

Existen diversas *herramientas de apoyo a la toma de decisiones*. Una de las más conocidas es la denominada «Cuadro de Mando Integral» (*Balance Scorecard* o *BSC*). Se trata de una herramienta de *gestión estratégica* que posibilita la «vigilancia» de la información empresarial en base a una serie de indicadores generados a partir de la información interna de la compañía (no se tienen en cuenta factores externos), para identificar desvíos y aplicar correcciones en función de su estrategia, pero también, incluso, adelantarse a posibles futuros no deseados, aunque esto último con mucho menos seguridad (Kaplan and Norton, 2005). En concreto, un cuadro de mando integral presenta los siguientes beneficios en el seno de las organizaciones:

- Promueve la alineación estratégica de toda la organización a partir de la transformación de la Visión y Estrategia en planes concretos de acción.

- Fomenta el trabajo en equipo y por consiguiente la colaboración y la coordinación al conducir a toda la organización hacia la consecución de la estrategia definida.
- Es una herramienta proactiva de toma de decisiones y resolución de problemas.
- Permite estimar distintos escenarios futuros e identificar posibles consecuencias de decisiones del empresario en tiempo real.
- Facilita la comunicación de los planes estratégicos a toda la empresa. Integra y sintetiza un gran volumen de datos e indicadores que surgen de la gestión diaria de las operaciones.
- Desarrolla el conocimiento y el capital humano, bases fundamentales para alcanzar los objetivos estratégicos.

En la actualidad, si bien las grandes organizaciones disponen de métodos y herramientas sofisticadas y ancladas en la estrategia de la organización como las citadas, es poco habitual encontrar herramientas del tipo BSC instaladas y en uso por empresas pequeñas y medianas (PYMEs). La consecuencia es el riesgo que supone para esas empresas, en muchos de los casos, «navegar a ciegas» sin disponer del conocimiento necesario para la toma de decisiones estratégicas.

En todo caso, estas herramientas presentan un problema inherente en su concepción: «el grado de inteligencia» (2) de las mismas es reducido. En definitiva, como su nombre indica son herramientas fundamentalmente conceptuales y de apoyo metodológico, pero cuya base informática subyacente es convencional y la explotación de datos superficial. Aunque desde un punto de vista metodológico obligan internamente a razonar de forma sistemática sobre riesgos y oportunidades, establecer indicadores y adoptar medidas a tiempo, su capacidad de anticipación ante contextos fuertemente evolutivos es reducida (Chaudhuri et. al, 2011).

Existe otro enfoque posible ligado a técnicas procedentes del dominio de la *inteligencia artificial*. Desde los años ochenta han ido apareciendo y perfeccionándose herramientas que codifican de una manera u otra «reglas de decisión» utilizadas intuitivamente por los expertos (humanos); una vez codificadas de forma explícita con el objetivo último de sustituir la interpretación del experto humano por un sistema automatizado, se generaban lo que en la literatura se denominaba «sistemas expertos» (Power, 2007).

A pesar de las esperanzas depositadas en este enfoque, con el comienzo del siglo XXI se ha producido un claro estancamiento de sus capacidades y utilidad. En pocas palabras, los sistemas expertos se han visto incapaces de aprender y de reaccionar ante información (o reglas) no estructuradas siguiendo los patrones de razonamiento que utiliza el cerebro humano. Desgraciadamente, ese es el contexto habitual de la toma de decisiones en las organizaciones y la fuente de su complejidad.

En su ayuda ha llegado en los últimos años un nuevo conjunto de herramientas de apoyo al razonamiento dentro de la corriente de «computación cognitiva». La «computación cognitiva» se refiere al desarrollo de sistemas de computación modelados a partir de la forma de razonar del cerebro humano (Feldman and Reynolds, 2014). Tras dos décadas de trabajo académico, los sistemas comerciales basados en computación cognitiva comienzan a proliferar y empiezan a utilizarse en entornos empresariales y científico-técnicos en los que la toma de decisiones se beneficia del acceso y análisis de grandes volúmenes de datos, de la interacción en lenguaje natural y de la capacidad de inferencia (3).

### TOMA DE DECISIONES SOBRE LA TECNOLOGÍA ↓

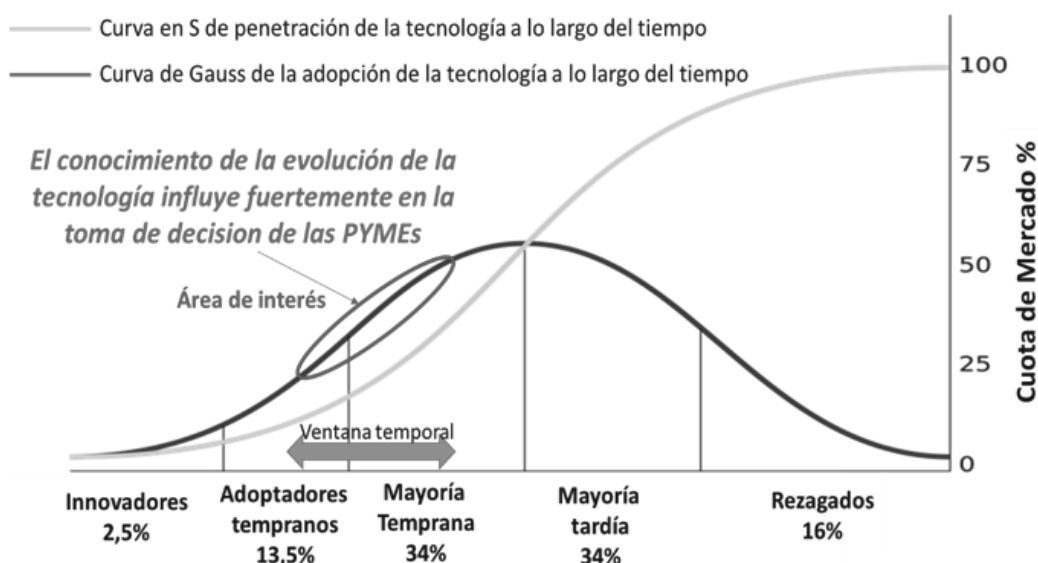
Una de las áreas de mayor interés para la mayor parte de las organizaciones es la referida a la toma de decisiones sobre la evaluación, adquisición y uso de la *tecnología* y el consiguiente análisis de sus consecuencias a corto, medio y largo plazo en las organizaciones (lo que normalmente se denomina «inteligencia tecnológica»). Algunos de los dominios tecnológicos de interés para una organización son generales (son las denominadas «tecnologías habilitadoras», como es el caso de las tecnologías de la información y las comunicaciones, cuya penetración en todas las organizaciones constituye una base fundamental de su competitividad), mientras que otras tecnologías son específicas de los productos y servicios de la organización de que se trate.

La difusión de tecnologías en un determinado mercado y la incorporación de nuevas tecnologías en una organización específica han sido ampliamente analizadas. La figura 1 reproduce una conocida curva de penetración y otra de adopción que resume esquemáticamente la situación habitual. Es destacable observar que para una empresa determinada cuya competitividad dependa de la capacidad de incorporar tecnologías en sus productos y servicios, hacerlo en momentos en los que puede tener una ventaja competitiva es esencial.

La figura 1 sugiere que existe una «ventana temporal» relativamente estrecha en la que la empresa deberá adoptar la decisión conjugando el uso de información relevante sobre las tecnologías con la propia situación interna y del mercado. Si no la aprovecha, corre el riesgo de que sus competidores puedan desarrollar productos y servicios disruptivos con tecnologías que ofrezcan mejores prestaciones que las que está utilizando.

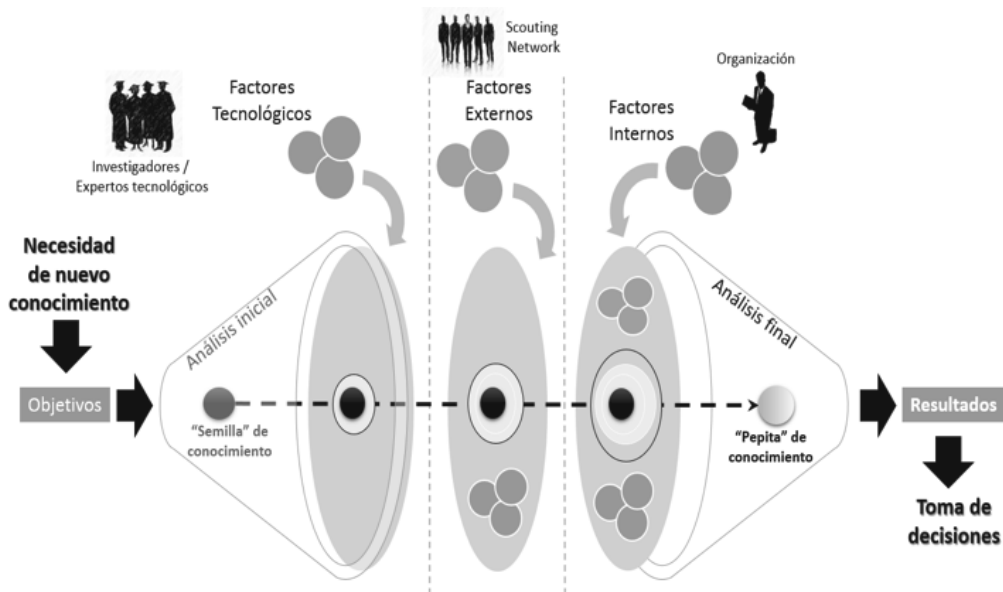
Desde un punto de vista operativo, la decisión sobre la incorporación (o no) de una determinada tecnología a una organización implica acceder y procesar, desde un enfoque multidimensional, todo tipo de información relevante a la misma obtenida desde diversas fuentes, analizar su contenido, determinar su relevancia filtrando aquella

FIGURA 1  
EVOLUCIÓN DE LA ADOPCIÓN Y PENETRACIÓN DE TECNOLOGÍAS



Fuente: Adaptada de Rogers, 2003

FIGURA 2  
PROCESO DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA «DE DOBLE EMBUDO»



Fuente: Elaboración propia

considerada útil, y elaborar informes y recomendaciones que alimenten la toma de decisiones en la organización (ver figura 2).

En las grandes organizaciones empresariales o gubernamentales este proceso implica la existencia de una «unidad específica» dotada de personal altamente cualificado, la disponibilidad de herramientas software sofisticadas, y asegurar el acceso a información y meta información actualizada que proporcionen la informa-

ción deseada y facilite su interpretación (aunque no se conozca con precisión lo que se esté buscando), o plantear alternativas a la misma para un contexto sectorial y organizativo determinado en estrecha interacción con la estrategia empresarial y competitiva que se pretenda llevar a cabo.

Si no se dispone de una unidad de este tipo será necesario recurrir a la externalización de la función de inteligencia tecnológica como parte de un proceso de

consultoría periódico o esporádico con entidades externas, o limitarse al uso de informes de propósito general cuya adecuación a las necesidades concretas de una determinada entidad no es la deseable.

En casi todos los casos, este proceso requiere complementar la información disponible en la organización con una red de vigilancia tecnológica que, en base a la existencia de expertos (observadores) distribuidos geográfica, sectorial o disciplinalmente, permita recabar información sensible en base a los «factores críticos de vigilancia» (FCV) que se hayan identificado previamente.

Este enfoque, sin embargo, está prácticamente vedado en la práctica a las PYMEs que no poseen generalmente de los recursos internos necesarios para disponer de su propia unidad de inteligencia tecnológica, ni pueden mantener una costosa red de vigilancia externa. Incluso, en el caso de que se dispusiera de herramientas para la búsqueda automatizada de información, la capacidad de análisis estratégica de la misma, en base al procesamiento de un gran volumen de datos altamente dinámico, es reducida como también lo es el acceso a personal cualificado.

La alternativa posibilista estriba, obviamente, en limitar la función de vigilancia tecnológica en áreas temáticas estrechas alrededor de la evolución de las tecnologías que ya conocen o usan, aprovechar su red de contactos externos para obtener información aunque sea de modo informal y, en algunos casos muy señalados, encargar informes de vigilancia tecnológica a entidades especializadas cuando se trate de fundamentar una decisión clave en la vida de la organización aunque su coste pueda ser prohibitivo en su extensión o consolidación temporal. Eso, o cruzar los dedos confiando en que no ocurra nada imprevisible y de alto impacto desde el punto de vista tecnológico, confiando en este caso a la capacidad de reacción que puede tener una pequeña organización, en caso de que ocurra, para su rápida incorporación en su portfolio de productos y servicios.

Teóricamente, otra alternativa viable sería la compartición de costes entre diversas PYMEs en torno a la vigilancia tecnológica utilizando, por ejemplo, unidades de intermediación sectorial con esas capacidades (Sievers, 2010; Veugelers *et al.*, 2010), como puedan ser en el caso español determinados centros tecnológicos, asociaciones empresariales, o bien aprovechando una estructura de franquicias en la que la matriz sí disponga de esas capacidades y los franquiciados puedan simplemente adaptar las decisiones tomadas globalmente a su contexto local.

La limitación derivada de este enfoque es la necesidad posterior de adaptar contenidos genéricos a las peculiaridades de una organización concreta con objeto de alimentar la toma de decisiones estratégicas. Dicho de otro modo, si bien estos informes pueden apoyar o disminuir el coste de las actuaciones de vigilancia tecnológica, no creemos que puedan abordar los requisitos de inteligencia tecnológica ya que ello requiere su inserción en la estructura y contexto de una empresa concreta.

Ante este panorama, la aparición de nuevas tecnologías y sistemas de inteligencia cognitiva permite disponer de enfoques innovadores que ofrecen una mejora efectiva basada en la puesta en marcha de servicios disruptivos de inteligencia tecnológica basados en inteligencia cognitiva adaptados a las necesidades de toma de decisión en PYMEs concretas. Estos servicios cognitivos prometen combinar un coste reducido de acceso y tratamiento de información tecnológica disponible externamente con la capacidad de sintonización interactiva a las necesidades concretas mediante sistemas de preguntas y respuestas en lenguaje natural.

El presente documento presenta un enfoque novedoso a la problemática expuesta para las PYMEs mediante la utilización del sistema Watson de IBM (IBM, 2017) en el que la interacción entre la PYME y la entidad que proporciona el servicio de inteligencia tecnológica está mediada por un conjunto de herramientas software adaptadas a este fin.

## COMPUTACIÓN COGNITIVA

La *computación cognitiva* deriva de los conceptos de inteligencia artificial; a partir de los años noventa se empezó a usar este nuevo término para reflejar el objetivo de enseñar a los ordenadores a pensar como una mente humana, en vez de desarrollar un sistema artificial en base a reglas fijas (Feldman and Reynolds, 2014). Este tipo de computación cognitiva integra conceptos de tecnología de computadores y de biología en un intento de aprender en base a la «*reingeniería funcional del cerebro*» (Sandberg and Bostrom, 2006).

A diferencia de los antiguos sistemas expertos utilizados en el pasado basados en «reglas» difíciles de codificar, extraídas de la forma en la que un experto toma decisiones y con ánimo de sustituirle, la computación cognitiva se aprovecha de los avances en procesamiento de lenguaje natural y de datos no estructurados, así como de aprendizaje basado en experiencia. De esta forma, actúan como un «*sistema de apoyo a la decisión*» con el fin de adoptar mejores decisiones basados en los mejores datos disponibles en el dominio que se considere.

El uso de nuevas tecnologías como *servicios en la nube* («cloud») permite además virtualizar dónde se encuentra físicamente la información facilitando su uso desde cualquier dispositivo o contexto geográfico, ampliando el marco de uso de las mismas.

Una tecnología fundamental en este contexto es la denominada *aprendizaje automático* (*machine learning*) (4). Ya existen múltiples herramientas comerciales como Google Prediction (5) que hace uso de la misma a partir de un uso predictivo de técnicas estadísticas, o Deedalus (6) empleando técnicas de minería de datos.

Otro elemento característico de este enfoque es que el *usuario* (experto humano) se incorpora al proceso de razonamiento asistido mediante una interacción fluida

FIGURA 3  
USO DE UN SISTEMA COGNITIVO



Fuente: Elaboración propia

con la máquina aprovechando las capacidades de reconocimiento de imágenes y voz como sentidos humanos extendidos. Utilizando técnicas de visualización de datos y analítica visual pueden representarse datos complejos en la forma adecuada para que ayude a la toma de decisiones. No obstante, las experiencias en el campo de aplicación de la inteligencia tecnológica son aún incipientes (Ruotsalainen, 2008; Runge, 2006) y será necesario acumular experiencias para poder disponer de herramientas ampliamente extendidas en entidades públicas y privadas. La experiencia de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) resumida en el presente artículo es una de ellas.

Conceptualmente, el uso de un sistema cognitivo puede representarse esquemáticamente en la figura 3. En la «fase de entrenamiento» el sistema adquiere con el concurso de expertos información relevante en forma de un número elevado de preguntas elementales con las que construye su «tabla de la verdad» de un determinado dominio (en nuestro caso tecnologías) que constituyen la base para el razonamiento posterior. En la fase de uso, los usuarios (en nuestro caso PYMEs) preguntan al sistema quién, en base a la información almacenada u otra que pueda recabar en tiempo real elabora respuestas no triviales.

### IBM Watson y la computación cognitiva

Tras décadas de investigación en inteligencia artificial en las que las esperanzas, éxitos y fracasos se han sucedido, IBM Watson representa uno de los primeros productos del nuevo enfoque de «computación cognitiva» disponibles en el campo comercial. Se trata, en todo caso, de acercarse a la forma en la que el cerebro humano recibe, procesa y toma decisiones con información procedente de los cinco sentidos (7).

Dharmendra Modha, Manager del Área de *Cognitive Computing* de IBM, comentaba respecto al nacimiento de los nuevos ordenadores cognitivos, que desde la compañía norteamericana «no buscaban construir un

cerebro, sino inspirarse en este órgano para desarrollar nuevos avances informáticos». Este mismo enfoque se está complementando desde un punto de vista más científico en grandes proyectos internacionales como «Human Brain Project (HBP)», financiado por la Unión Europea, en el que la ingeniería inversa del cerebro permitiría potencialmente generar herramientas cognitivas mucho más poderosas basadas en el desarrollo de arquitecturas de computación radicalmente diferentes (computación neuromórfica) (8).

El éxito mediático del sistema Watson al participar en el concurso televisivo «Jeopardy» en EEUU, y obtener mejores resultados que sus oponentes humanos, supuso un hito al ser capaz de responder a preguntas en lenguaje natural (incluso con dobles sentidos) (Baker, 2011). En ese concurso, Watson no estaba conectado a Internet; accedía a datos previamente almacenados en forma de conocimiento no estructurado. Utilizando tecnologías de «machine learning», análisis estadístico y procesamiento de lenguaje natural para encontrar las claves de cada pregunta, Watson comparaba posibles respuestas, estimaba la exactitud de las mismas y respondía en menos de 3 segundos. Ese éxito permitió explorar aceleradamente su uso en otros dominios profesionales como el diagnóstico médico (cáncer), finanzas (inversiones empresariales en entornos de incertidumbre), o toma de decisiones en sistemas complejos (como la optimización de exploraciones petrolíferas). Se aprovecha, asimismo, del incremento paulatino de la capacidad de cálculo, acceso y almacenamiento de los sistemas informáticos actuales.

La evolución del conjunto de herramientas que constituye el «ecosistema Watson» ha permitido su uso en la «nube» y la capacidad de utilizar un conjunto de herramientas para desarrollar aplicaciones para dominios concretos. Actualmente, Watson dispone de un conjunto de herramientas e interfaces hombre-máquina para los desarrolladores, que permiten la generación de aplicaciones «basadas en Watson» para diferentes dominios (9).

La arquitectura modular y abierta de este tipo de sistemas permite, asimismo, la elección de módulos concretos que, combinados con otros desarrollados o identificados por el usuario de fuentes abiertas, configurarían sistemas cognitivos adaptados a cubrir necesidades concretas (Lorenzetti, 2016; Gaudin, 2016).

### Ventajas del uso de los servicios cognitivos en inteligencia tecnológica ↓

La propuesta de valor del uso de servicios cognitivos en relación con la función de «inteligencia tecnológica» en las organizaciones parte de su consideración como un dominio de datos no estructurados y un proceso de toma de decisiones basado en la existencia de conocimiento de expertos. Su grado de utilidad se incrementa con el uso, al incorporar aspectos ligados a nuevas experiencias de los propios usuarios al razonar sobre tecnologías en el seno de sus organizaciones. La potencia de un sistema como el indicado para apoyar las funciones de inteligencia tecnológica deseadas depende en gran medida de la capacidad de predicción sobre la información almacenada y la capacidad de interacción con el usuario que son, precisamente, los elementos clave de los sistemas cognitivos.

Consecuentemente, mediante la utilización de servicios cognitivos se presume llegar a disponer de una serie de *módulos de servicio* (agrupaciones de herramientas y funciones), orientados a la inteligencia tecnológica como los siguientes:

- Estructuración del conocimiento del dominio de una tecnología y su evolución. Implica la obtención de información relativa a una determinada tecnología y generar el «corpus» básico de conocimiento alrededor de ella. Esto implica la conexión con herramientas de búsqueda de información tecnológica en bases de datos externas (como en el caso de base de datos de patentes, publicaciones científicas, registros software, usuarios, empresas proveedoras, etc.) y disponer de la información de forma que sea posible la obtención de respuestas no triviales.
- Conocimiento de la interacción entre diversas tecnologías complementarias y la interoperabilidad entre ellas. En este caso, se trataría de ver cómo una tecnología concreta ha evolucionado en el pasado y puede evolucionar o co-evolucionar con otras en el futuro, así como evaluar la complementariedad entre ellas a la hora de abordar problemas complejos. Sería posible, también, generar análisis comparativos («benchmarks») entre tecnologías cuya información haya sido incorporada previamente al «corpus de conocimiento» sobre aspectos relativos a su grado de maduración o el tipo de usuarios y proveedores de la misma.
- Construcción de hojas de ruta («roadmaps») de la evolución de tecnologías pre-identificadas. Estas hojas de ruta tendrían en consideración características y datos de mercado de las tecnologías

para conocer su penetración en determinados contextos (geográficos, sectoriales o de sustratos de población) y estimar en base a ello la importancia relativa de las mismas y su evolución temporal. Ello también permitiría determinar el grado de obsolescencia (análisis de curvas de maduración) de la tecnología, así como anticipar procesos de cambio tecnológico.

- Implicación de la tecnología seleccionada en la estrategia empresarial. Con ello se pretendería que la información del uso de la tecnología en la organización, y su valor para la generación de productos y servicios, pueda valorarse en función de la estrategia empresarial y de la evolución de la misma tecnología o de otras competidoras, con objeto de aumentar su competitividad.

Aunque existe una clara interacción posible entre estos módulos, su concepción puede ser llevada a cabo de forma independiente en función del objetivo mismo de cada uno de ellos. Por tanto, el módulo ligado al conocimiento de una tecnología y la interacción con éste por parte de los usuarios, con el fin de obtener información sobre la misma, es independiente del uso o no de un módulo de apoyo a la toma de decisiones. Esto nos permite explorar la potencia del uso de estos servicios de forma individual, como en el caso del proyecto piloto presentado a continuación.

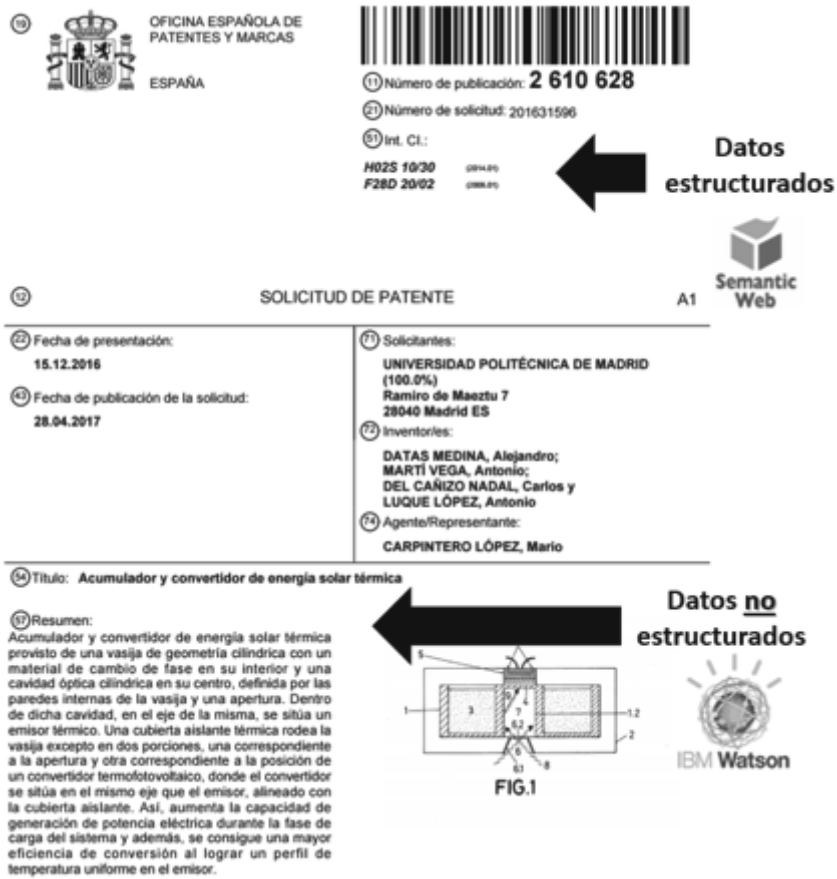
### USO DE SERVICIOS COGNITIVOS PARA LA PROVISIÓN DE SERVICIOS DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA PARA PYMES. PROYECTO UPM-IBM ↓

Dentro del marco del proyecto de investigación conjunto (10) «*Aplicación del Ecosistema IBM Watson para la provisión de servicios de Inteligencia Tecnológica para PYMEs*», acordado entre la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) e IBM para ayudar a las PYMEs y start-ups con base tecnológica a definir su estrategia tecnológica y apoyar la toma de decisiones sobre el uso de tecnologías que les pueden ayudar a acometerla con éxito, se lleva a cabo un primer servicio piloto para la provisión de información sobre patentes, enmarcado en el módulo de servicio de «*estructuración del conocimiento del dominio de una tecnología y su evolución*».

Este nuevo servicio, desplegado en la plataforma cloud de IBM «*Bluemix*» (11), aúna componentes propios pertenecientes a la arquitectura de IBM, así como otros generados «*ad hoc*» por el equipo de investigación de la UPM para proporcionar nuevas opciones de búsqueda, gestión y análisis de patentes, de forma diferenciada a los servicios tradicionalmente desarrollados en estas áreas por las organizaciones del sector.

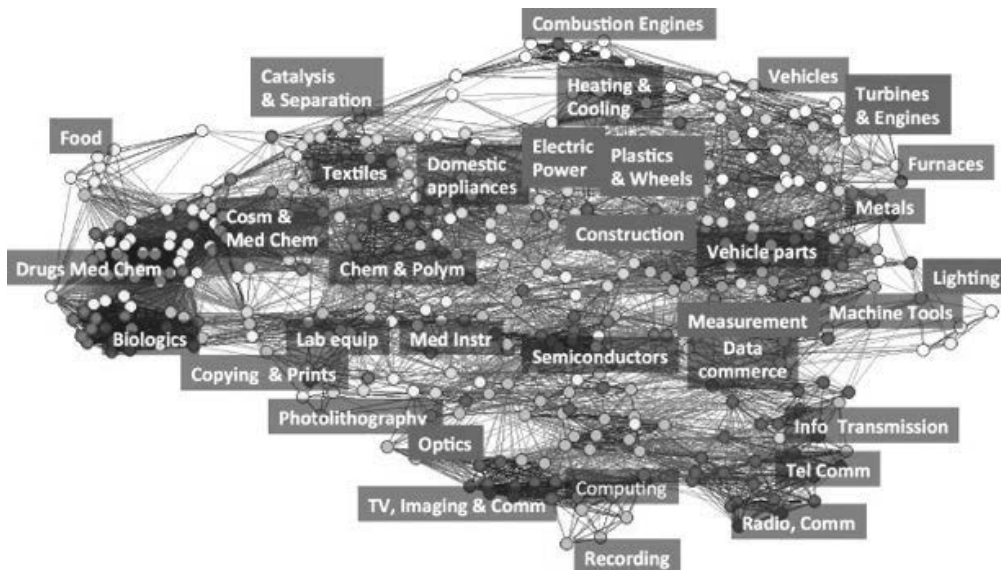
En concreto, el uso de servicios cognitivos, como los ofrecidos por IBM Watson, permite el acceso y clasificación de los datos no estructurados de las patentes. La figura 4 visualiza la primera página de una patente española presentada a la «Oficina española de Patentes y Marcas» (OEMP) en la que se puede ver la combinación

FIGURA 4  
TIPO DE DATOS ENCONTRADOS EN LAS PATENTES



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 5  
MAPA TECNOLÓGICO DE PATENTES



Fuente: ResearchGate

de datos estructurados (metadatos) y datos no estructurados (texto libre) proporcionado por los inventores.

### Ejemplo de servicio cognitivo multilingüe de información de patentes UPM-IBM

Las patentes, registros de software (copyright), junto con las publicaciones científicas (comunicaciones en congresos y artículos en revistas científicas), son fuente esencial de información de los procesos de vigilancia tecnológica. Mediante su recopilación y análisis es posible llevar a cabo, entre otros, el seguimiento de la evolución en el tiempo y en volumen de publicaciones de una determinada tecnológica o área tecnológica a través de herramientas como los «mapas tecnológicos» (12).

Utilizando las patentes es posible mostrar, entre otros, la actividad innovadora a nivel nacional, sectorial o internacional de un dominio tecnológico o de aplicación concreto, conocer el ciclo de vida de la tecnología y su estado comercial, identificar a los líderes industriales de un determinado sector o incluso los mercados estratégicos para una organización.

La visualización de esa información (véase figura 5) permite al usuario obtener una comprensión global de un determinado campo en un periodo temporal predefinido e identificar aquellas áreas de mayor actividad.

En el ámbito de las patentes son muchas las compañías que ofrecen sus servicios a través de plataformas y aplicaciones software. En Estados Unidos, destacan entidades como CPA Global (Jersey), Anaqua (Boston) o Linknovate (empresa de origen español, con sede en California). Dentro de Europa, también existen ejemplos de empresas con gran solera en la provisión de este tipo de servicios, como Questel (fundada en 1978 en París) o LexisNexis (Londres, 1818), entre otras.

Los servicios ofrecidos normalmente por estas compañías, aunque de gran utilidad y disponiendo de análisis que muestran en mayor o menor detalle (visualmente o no) la información recopilada en base a las patentes, no aplican niveles de análisis con técnicas de inteligencia artificial sobre los datos, servicios multilingüaje, información asociada a las patentes o interacción del usuario con el software, fuera de lo estrictamente habitual (selección de opciones y parámetros).

La utilización de servicios cognitivos permite identificar puntos de mejora en los servicios de inteligencia tecnológica desde dos enfoques bien diferenciados:

- *Back-end*, para la mejora del rendimiento de los servicios, así como de la efectividad en cuanto a los resultados obtenidos según las preferencias manifestadas por los usuarios.
- *Front-end*, para mejorar la experiencia de usuario, ofreciéndole nuevos servicios sobre la información recopilada de las patentes, acceso a éstas utilizando nuevas opciones y palabras escritas en diferentes lenguajes, e incluso una interacción

«hombre-máquina» mucho más natural (cercana al comportamiento humano).

Por tanto, se aprecia un margen importante de mejora en los servicios de inteligencia tecnológica ofrecidos por los cauces tradicionales, comenzando con la implementación de un conjunto de funcionalidades específicas:

- Acceso integrado a diferentes bases de datos desde un mismo formulario.
- Acceso cruzado multilingüaje que permita procesar las consultas sobre patentes en diferentes idiomas (inglés, español, japonés, etc.).
- Acceso a información tanto a partir de los metadatos contenidos en los documentos de patentes como utilizando lenguaje natural, en una interacción con el sistema, guiada por las preguntas formuladas por el usuario.
- Enriquecimiento de la información obtenida, utilizando datos de diferentes fuentes externas, distintas a las de patentes (noticias, económicas, legales, empresas, etc.).

Esta última funcionalidad, concretamente, supone un paso adelante en el proceso de vigilancia, hacia un estado más cercano a la inteligencia tecnológica, al poner en contexto la información obtenida de las patentes con otras fuentes de información, permitiéndose así un primer estado para la toma de decisiones. Siguiendo estos propósitos, se diseña e implementa un primer prototipo de servicio cognitivo de información de patentes, a cuya imagen pertenece la captura mostrada en la figura 6.

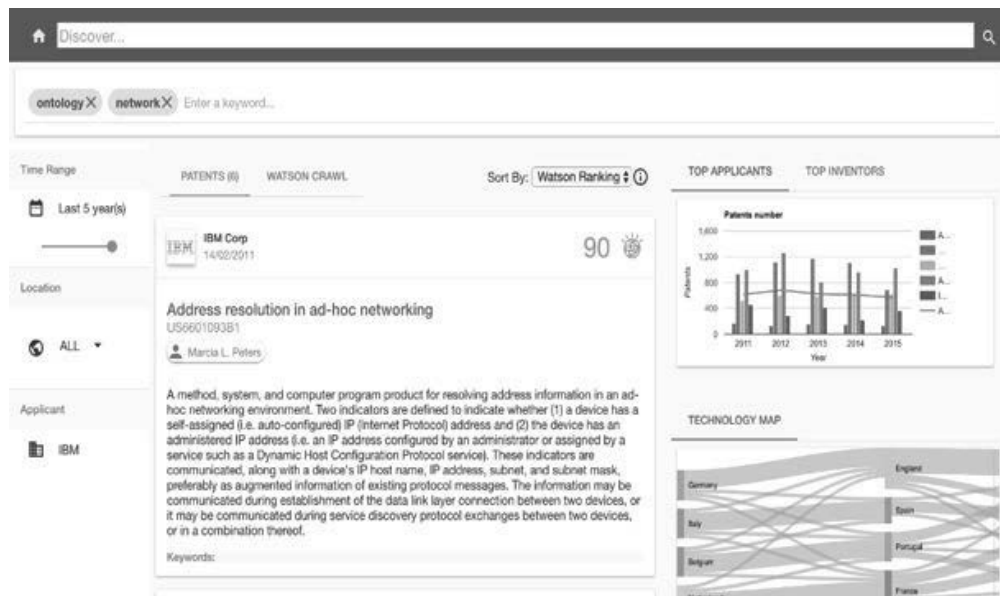
La información presentada en la figura 6 permite visualizar simultáneamente la información de una patente concreta, información sobre el número de patentes relacionadas en un periodo de tiempo (2011 a 2015 en la figura), y un mapa de intensidad tecnológica por países.

En cuanto a la mejora mediante servicios cognitivos en la parte correspondiente al *back-end*, se han utilizado en la implementación del servicio algunos de los siguientes componentes:

- *IBM Retrieve and Rank*, componente que permite mostrar la información más relevante dentro de un conjunto de documentos. En el caso concreto de las patentes, esta función es de enorme utilidad ya que permite recuperar y clasificar la información procedente de los documentos de patentes, mostrando al usuario la información más pertinente según sus criterios establecidos a través de palabras clave («keywords»).
- *IBM Discovery News*, el «crawler» o servicio de rastreo web de IBM Watson, accede a información de noticias y contenido de blogs, lo que permite el análisis de tendencias. Esta funcionalidad permite mostrar la tendencia actual, por ejemplo, de una organización que dispone de patentes de un área determinada, lo que supone una gran ayuda para corroborar su continuidad o no como parte de su

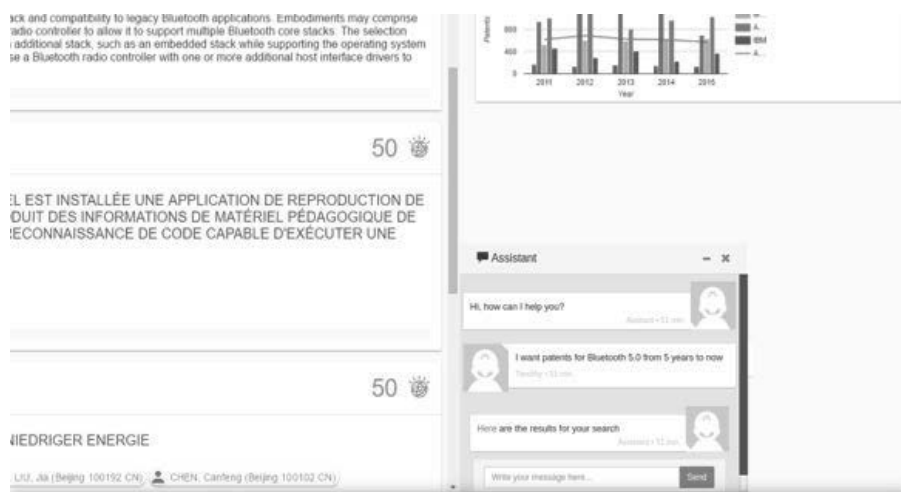


FIGURA 6  
CAPTURA DEL SERVICIO COGNITIVO PILOTO DE INFORMACIÓN DE PATENTES UPM-IBM



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 7  
EJEMPLO ASISTENTE PARA ACCESO A SERVICIOS SOBRE INFORMACIÓN DE PATENTES



Fuente: Elaboración propia

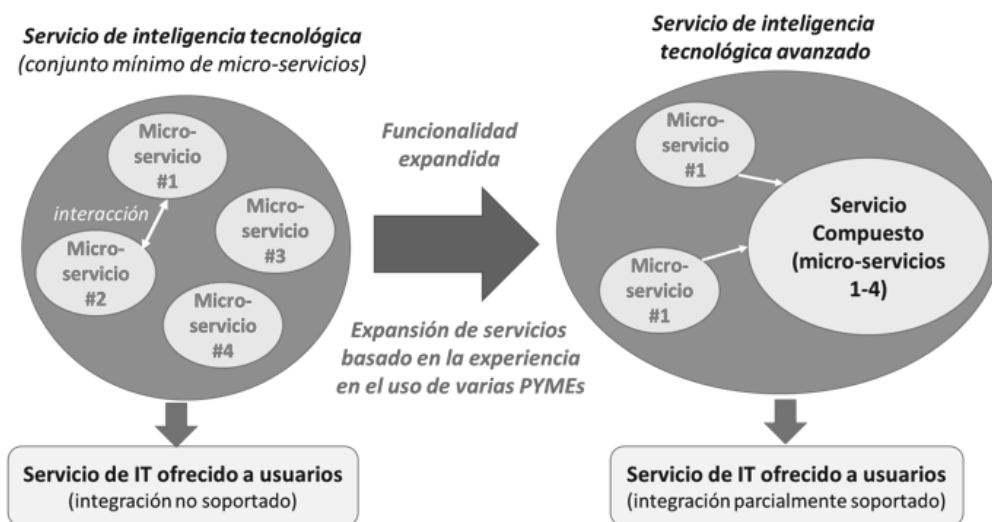
estrategia y, por consiguiente, dar el paso para su contacto si lo que se pretende es colaborar o bien mantenerla en la lista de organizaciones competidoras, dependiendo de los intereses.

- IBM Watson Company Profiler. Mediante este componente es posible acceder a los datos relativos a las organizaciones identificadas en los documentos de patentes, lo que permite ampliar la información sobre éstas, ver conexiones, posibles sinergias, etc.

En la parte de *front-end*, el componente o servicio más relevante es el asistente inteligente o más conocido

como «*chatbot*». Un *chatbot* es un software de inteligencia artificial capaz de simular una conversación con el usuario. En el servicio de patentes, el asistente recibe consultas del usuario e interactúa con éste para ofrecerle las distintas opciones de recopilación, análisis y representación de patentes. Se trata, por tanto, de un camino alternativo a la selección de opciones manual por parte del usuario, dentro del servicio, que enriquece y amplía las opciones sobre su uso. Para el desarrollo del chatbot se utilizan servicios como «IBM Watson Dialog» e «IBM Natural Language Classifier», así como arquitectura y lógica propia generada por el equipo de investigación de la UPM para la integración semántica. En la figura 7

FIGURA 8  
INTEGRACIÓN DE MICRO-SERVICIOS



Fuente: Elaboración propia

se muestra una captura con la ventana emergente del asistente del servicio de patentes.

### Enfoques para la provisión de servicios cognitivos comerciales de inteligencia tecnológica

La disponibilidad de un sistema cognitivo como el esbozado en las secciones anteriores requiere diseñar asimismo de un modelo de provisión que sea comercialmente válido para las PYMEs de base tecnológica a las que va dirigido. Ello supone aunar un conjunto de características que suponga en precio y en facilidad de uso claras ventajas frente a la situación actual.

Todos los servicios ofrecidos tanto en el ámbito de la inteligencia tecnológica, como aquellos otros de tipo cognitivo fuera del ámbito de la inteligencia tecnológica, tienen un coste asociado que va desde el cobro de una cantidad fija por mes o año, hasta el pago por uso (por consultas, tiempo, etc.). Algunos sistemas pre-comerciales permiten adquirir un «derecho a X preguntas» (13) que permite la interacción con el sistema hasta un límite. Estos sistemas permiten adquirir nuevos «derechos» en la plataforma y continuar con el proceso interactivo hasta que el usuario haya satisfecho su necesidad de información contextualizada (14).

Los principios aplicables al servicio propuesto podrían basarse en los siguientes:

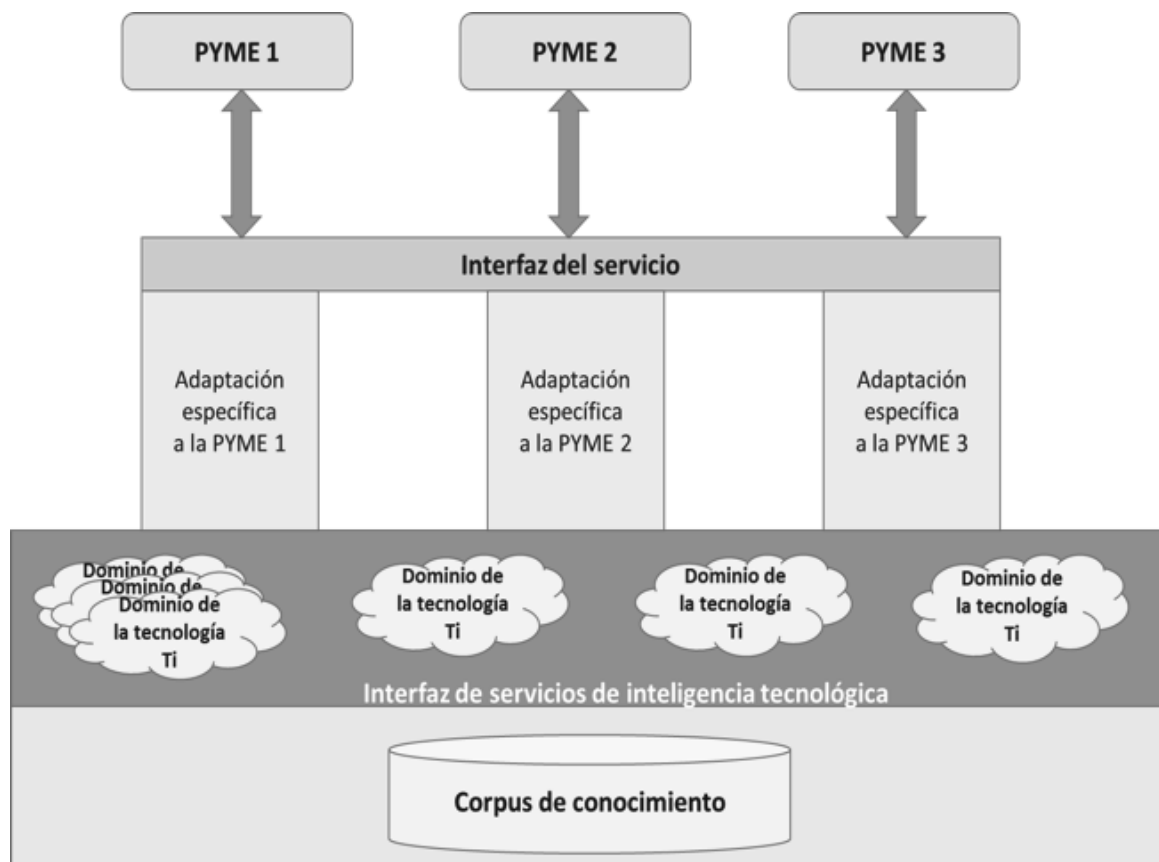
- *Progresividad.* Incorporación de funciones y herramientas convencionales, pero de interés en la mejora de la gestión de conocimiento de la organización.
- *Interacción.* El servicio debería poder emplearse por varias organizaciones que, conjuntamente, deseen desarrollar nuevos productos o servicios de base tecnológica.

El enfoque de provisión desarrollado consiste en la definición de un conjunto de «micro-servicios» (servicios básicos independientes de inteligencia tecnológica) que un determinado usuario puede agrupar de acuerdo a unas pautas preestablecidas. La figura 8 describe cómo se ha realizado este esquema en dos etapas: la primera con micro-servicios no integrados y la segunda con una integración parcial de los mismos y la adición de algún otro basado en la experiencia.

Con el objetivo de acercar a las PYMEs al uso de servicios como los indicados, se considera la opción de establecer un *modelo de negocio basado en la suscripción al servicio de inteligencia tecnológica* para las PYMEs interesadas.

La provisión del servicio podría realizarse en base a suscripción, mediante la satisfacción de una *cuota anual* al proveedor del servicio que permitiría a una PYME determinada recibir información actualizada y parcialmente personalizada de un conjunto de tecnologías pre-identificadas o de productos o servicios de interés. Este servicio debería estar desacoplado de posibles servicios de consultoría asociados, orientados, por ejemplo, a la *gestión del cambio tecnológico*, en caso de que fuera necesario, o de *inteligencia competitiva de negocio*, que requiere, en todo caso, abordar otras parcelas

FIGURA 9  
ARQUITECTURA CONCEPTUAL DE PROVISIÓN DE SERVICIOS



Fuente: Elaboración propia

de la organización y otras fuentes de información no cubiertas por el servicio propuesto.

La figura 9 representa esquemáticamente un posible escenario para abordar la provisión del servicio indicado. Esquemáticamente, se identifica un «corpus de conocimiento» apoyado por información específica de dominios tecnológicos concretos. Cada PYME será capaz de personalizar la información y el contexto propio para que el sistema, empleando una interfaz de servicios común, ofrezca a la PYME en cuestión información relevante para la misma.

Los principales resultados derivados de la interacción con PYMEs efectuada durante el proyecto han sido:

1. Las PYMEs tecnológicas contactadas estaban interesadas en validar un servicio de inteligencia tecnológica porque los procesos de toma de decisión sobre tecnología constituyen un componente clave de su competitividad.
2. Los tipos de preguntas y los conceptos de «secuencias de preguntas de alto nivel» permitían

obtener una comprensión intuitiva de la evolución de la tecnología en su empresa.

3. Las interacciones realizadas proporcionaron la realimentación necesaria para refinar y completar la lista de preguntas de alto nivel y, en paralelo, facilitar el diseño e implementación de la arquitectura del sistema y los potenciales servicios de inteligencia tecnológica.

Durante 2017 se han contactado start-ups adicionales (en los dominios de TIC y Biotecnología) tras el desarrollo de una metodología refinada y la generación de un conjunto adicional de preguntas de alto nivel. Esta interacción servirá para validar las «respuestas» y el grado de incertidumbre asociado.

Esta es también la base para comprender las fuentes de información utilizadas usualmente para tomar decisiones. La figura 10 indica las fuentes de información que se utilizarán en la fase del proyecto actualmente en desarrollo:

La figura 10 también indica cómo algunas de las fuentes de información identificadas no permiten

FIGURA 10  
FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA PROVISIÓN DE SERVICIOS

Category	Short title	Structure Format	Bulk download	API	Open	Issues	Language	Overall interest
<b>Patents</b>	Patents from European Patent Office	yes (XML)	YES (pay)	YES	partial	complex	multi, aligned	medium
	Patents from United States Patent Office	yes (XML)	YES	YES	open		en	high
	Patents from Spanish Patent Office	yes (XML)	YES	YES	open		en	high
<b>Legal documents</b>	Eurlex database	semi	NO	YES (nonc)	partial		multi	medium
	Westlaw and Lexis-Nexis	no	NO	YES	closed			low
<b>Research papers</b>	CiteseerX journal papers	yes (TEX)	Upon request	YES	open		en	medium
	arXiv scientific papers	yes (XML)	YES (pay)	YES	open		en	medium
	Medline publications	yes (XML)	NO	YES	partial		en	medium
	Mendeley Research Catalog	yes (JSON)	NO	YES	partial		en	medium
	Web of Science citations database	yes (XML)	NO	YES	partial		en	medium
	Elsevier's citations database Scopus	yes (JSON)	NO	YES	partial		en	medium
	Open eBooks and papers at JSTOR	yes (JSON)	NO	PARTIAL	partial	incomplete	en	medium
	AGRIS Scientific pubs. related to agricu	yes (RDF)	YES	YES	open		en	medium
<b>Doctoral Theses</b>	DOAJ Directory of Open Access Journal	yes (RDF)	YES (partial)	YES	partial		en	medium
	dblp Computer Science Bibliography	yes (RDF)	YES	YES	open		en	high
<b>Doctoral Theses</b>	DART Europe (PhD Theses)	semi	NO	NO	partial	complex	multi	low
	Theseus (Doctoral Theses metadata)	yes (CSV)	YES	NO	open		multi	medium
<b>Research projects</b>	EUREKA projects, news and events	no	NO	YES	open	abandoned	multi	low
	CORDIS European projects	yes (CSV)	YES	YES	open		multi	medium
	US Federal Science database	semi	NO	NO	partial	poor quality	en	low
<b>Companies information</b>	CORDIS Incubators service	semi	NO	NO	partial	abandoned	en	low
	Crunchbase (Wikipedia of start-ups)	yes (JSON)	PARTIAL	YES	partial		en	medium
	PermiID information about organizatio	yes (JSON)	NO	YES	partial		en	medium
	OKFN Company Register	misc.	PARTIAL	PARTIAL	partial	irregular	multi	medium
<b>Products and labels</b>	eBay description of products and prices	yes (XML)	NO	YES	partial	incomplete	en	low
	UNSPSC Classification of products	yes (XML)	YES	YES	open		en	high
	UN Comtrade database	yes (CSV)	NO	YES	partial		en	medium
	Amazon Product Data	yes (JSON)	YES	NO	open	abandoned	en	high

Fuente: Elaboración propia

su uso en el sistema diseñado puesto que o no disponen de una interfaz para la captura automática de la información o los metadatos accesibles no proporcionan el mínimo de información requerido.

## CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO ↓

El apoyo a la toma de decisiones complejas en las organizaciones mediante el uso de servicios cognitivos está evolucionando rápidamente. La aparición de plataformas comerciales sobre las que es posible implementar servicios adaptados a diferentes dominios y tipo de entidades ha hecho emerger con fuerza su uso en ámbitos muy diversos.

El presente artículo ha explorado el uso de este tipo de sistemas cognitivos para ofrecer servicios de inteligencia tecnológica a entidades como PYMES, para las que no sea realista disponer de una unidad propia o recurrir a contrataciones externas de forma continuada para apoyar su toma de decisiones en relación con la tecnología. Obviamente, también su uso es factible como herramienta de optimización de los recursos empleados para estos fines en otros tipos de organizaciones de mayor tamaño.

La experiencia obtenida con el sistema piloto sobre patentes (aunando información relativa a diferentes bases de datos de patentes en diferentes países) presentado en este artículo empleando plataformas cognitivas de inteligencia tecnológica es aún limitada.

El objetivo pretendido de constituirse en una herramienta de apoyo a la inteligencia competitiva de las PYMES de base tecnológica supondrá un desarrollo más completo de funcionalidades, la fusión de datos procedentes de diversas fuentes, su experimentación en determinados ámbitos de aplicación, y su acceso como un «servicio» configurable a las necesidades de la entidad usuaria.

En este último punto, la «configuración de servicios comerciales» pensado para las necesidades de las PYMES, el proyecto realizado ha permitido también explorar las condiciones y enfoques posibles tomando como base otros tipos de servicios digitales.

En fases iniciales, parece adecuado implementar un sistema de acceso tipo suscripción (mediante el pago de una «cuota» que otorga derechos de uso limitados), y proveer funcionalidades de servicios *Premium* cuando se requiera un tratamiento más especializado y profundo de la información. Durante el

año 2017 se obtendrá realimentación con un conjunto de start-ups de base tecnológica con el fin de conocer mejor el grado de satisfacción.

Los resultados de este proyecto han sido obtenidos como parte del proyecto SUR (Shared University Research) financiado por IBM Research a la Universidad Politécnica de Madrid (2016-2017).

NOTAS ↓

- [1] En 1989, Howard Dresner (posteriormente, analista de Gartner Group) propuso el término «business intelligence» como un paraguas para describir «conceptos y métodos para mejorar la toma de decisiones en la empresa haciendo uso de sistemas de apoyo basados en hechos». No fue hasta finales de los años 1990 que su uso se extendió ampliamente ([http://en.wikipedia.org/wiki/Business\\_intelligence](http://en.wikipedia.org/wiki/Business_intelligence) último acceso 30/05/2017).
- [2] Se suele definir este término como la realización eficiente de todas las actividades relacionadas con la generación, extracción, organización, análisis, compartición y distribución del conocimiento de una organización a fin de mejorar su eficiencia, haciendo uso para ello de las tecnologías más apropiadas. Se refiere con este concepto a la capacidad de la herramienta para inferir respuestas a partir de información incompleta o no estructurada y a aprender del uso en el contexto de aplicación mejorando la calidad de las respuestas en un dominio determinado (<https://es.wikipedia.org/wiki/Inteligencia> último acceso, 30/05 2017).
- [3] Experiencias actuales en el entorno médico, financiero, control de servicios avanzados en el sector de la energía, seguridad, transporte, etc. vislumbran su utilidad en el apoyo a la toma de decisiones (Mercer, 2016).
- [4] El aprendizaje automático (Machine learning) es una disciplina científica que explora la construcción y estudio de algoritmos que pueden aprender de datos. Tales algoritmos operan construyendo un modelo a partir de ejemplos de entrada y utilizándoles para hacer predicciones o decisiones en vez de seguir estrictas reglas o instrucciones de programa. Esta disciplina está relacionada estrechamente con la estadística computacional que también se especializa en realizar predicciones. [http://en.wikipedia.org/wiki/Machine\\_learning](http://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning) (último acceso 4/05/2017).
- [5] Google prediction (<https://cloud.google.com/prediction/docs/getting-started> último acceso 04/05/2017).
- [6] Daedalus (<http://www.daedalus.es/> último acceso 04/05/2017)
- [7] Las neuronas y el cerebro han constituido siempre un misterio para los investigadores. El geólogo y paleontólogo Henry Fairfield Osborn decía que «el cerebro humano es el objeto más maravilloso y misterioso de todo el universo». Quizás la intriga que suscita entre los científicos el funcionamiento de este órgano haya provocado que otras ramas de la tecnología busquen en la neurociencia inspiración para su desarrollo. Este es el caso de la informática de tercera generación, que como acuñó Wang en 2002, se sirve del estudio del cerebro, para crear la llamada «computación cognitiva» (<http://blogthinkbig.com/ibm-y-computacion-cognitiva/> último acceso 09 de mayo de 2017).

- [8] Uno de sus subproyectos está orientado a la construcción de modelos basados en datos que capturan los resultados obtenidos experimentalmente en otros subproyectos. El objetivo es generar procesadores neuromórficos que, a diferencia de la inteligencia artificial clásica, se basarán en el conocimiento actual del cerebro y su «circuitería interna». Estos modelos dispondrán de mecanismos de aprendizaje similares a los que utiliza el cerebro, generando el mismo tipo de comportamiento inteligente (<https://www.humanbrainproject.eu/en/>, último acceso 09 mayo de 2017).
- [9] Aunque haya sido IBM quien ha popularizado el término de «computación cognitiva» no es la única alternativa comercial existente. Saffron technologies (start-up del Silicon Valley en EEUU comprada por INTEL) también ofrece una plataforma software del mismo tipo orientada a «internet de las cosas» (<http://saffrontech.com> último acceso 25 mayo de 2017).
- [10] La UPM e IBM desarrollarán una aplicación de IBM Watson para ayudar a las PYMEs a innovar. (<https://www-03.ibm.com/press/es/es/pressrelease/48208.wss> último acceso 25 mayo de 2017).
- [11] IBM Bluemix (<https://www.ibm.com/cloud-computing/bluemix/es/what-is-bluemix> último acceso 25 mayo de 2017).
- [12] Un mapa tecnológico consiste en ofrecer una visión panorámica cualitativa y cuantitativa, mediante indicadores definidos a tal efecto, de las diversas líneas o rutas de investigación en un sector tecnológico, país o región (<http://www.clarkemodet.com/es/faqs/inteligencia-tecnologica/que-es-mapa-tecnologico.html> último acceso 30 de mayo de 2017).
- [13] Wise.io (<http://www.wise.io/> acceso 02-06-2017)
- [14] Obsérvase la semejanza con algunas aplicaciones de «juegos on-line» dentro de un modelo de «gamificación» progresivamente empleado en la comercialización de servicios cognitivos.

BIBLIOGRAFIA ↓

- Agarwal, N. K., Wang, Z., Xu, Y., & Poo, D. C. (2007). Factors affecting 3G adoption: An empirical study. *PACIS 2007 Proceedings*, 3.
- Arduini, D., Nascia, L., & Zanfei, A. (2010). Complementary approaches to the diffusion of ICT: Empirical evidence on Italian firms. *University of Urbino Carlo Bo, Department of Economics Working Papers*, 1002.
- Baker, S. (2011). *Final Jeopardy: Man vs. machine and the quest to know everything*. Houghton Mifflin Co.
- Chaudhuri, S., Dayal, U., & Narasayya, V. (2011). An overview of business intelligence technology. *Communications of the ACM*, 54(8), 88-98.
- De Marez, L., Evens, T., & Stragier, J. (2011). Diffusion theory vs. today's ICT environment. *Observatorio (OBS\*)*, 5(3).
- Evens, T., Schuurman, D., De Marez, L., & Verleye, G. (2010). Forecasting broadband Internet adoption on trains in Belgium. *Telematics and Informatics*, 27(1), 10-20.
- Feldman, S., & Reynolds, H. (2014). Cognitive Computing: A Definition and Some Thoughts. *KM World*, 23(10).
- Gaudin, S. (2016). *IBM looks into the future of A.I. at World of Watson*. October 24, 2016, <http://www.computerworld.com/article/3135090/artificial-intelligence/ibm-looks-into-the-future-of-ai-at-world-of-watson.html>, acceso mayo 2017.

IBM (2017). *IBM Watson*. <http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibmwatson/>, acceso mayo 2017.

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2005). The balanced scorecard: measures that drive performance. *Harvard business review*, 83(7), 172.

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). *The balanced scorecard: translating strategy into action*. Harvard Business Press.

Kelly III, J., & Hamm, S. (2013). *Smart Machines: IBM's Watson and the Era of Cognitive Computing*. Columbia University Press.

Kephart, J. (2014). *IBM's Watson makes the jump from Jeopardy to financial planning*, InvestmentNews, January 16, 2014, <http://www.investmentnews.com/article/20140116/FREE/140119920/ibms-watson-makes-the-jump-from-jeopardy-to-financial-planning>, acceso mayo 2017.

Kerr, C. I., Mortara, L., Phaal, R. Y. P. D. R., & Probert, D. R. (2006). A conceptual model for technology intelligence. *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, 2(1), 73-93.

Lorenzetti, L. (2016). Here's how IBM Watson Health is Transforming the Health Care Industry. *Fortune*. April 2016, <http://fortune.com/ibm-watson-health-business-strategy/>, acceso mayo 2017.

Maassen, P., & Stensaker, B. (2011). The knowledge triangle, European higher education policy logics and policy implications. *Higher Education*, 61(6), 757-769.

Mercer, C. (2016). *16 innovative businesses using IBM Watson: Which companies are using Watson's big data and analytics to power their business?* October 28, 2016, <http://www.computerworlduk.com/galleries/it-vendors/16-innovative-ways-companies-are-using-ibm-watson-3585847/>, acceso mayo 2017.

OECD (2015). «The role of innovation and the rationale for public policy», in *The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being*. OECD Publishing, Paris.

OECD (1997). *National Innovation Systems*. Paris. <http://www.oecd.org/science/inno/2101733.pdf>, accessed September 2016.

Power, D. J. (2007). A brief history of decision support systems. *DSSResources*. COM, *World Wide Web*, <http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html>, version, 4.

Riillo, C. (2009). Standards and innovation: what relationships? A literature review.

Rogers, E. M. (2003). Elements of diffusion. *Diffusion of innovations*, 5, 1-38.

Runge, W. (2006). *Innovation, research and technology intelligence in the chemical industry: integrated business, technical and systems approaches*. Fraunhofer-IRB-Verlag.

Ruotsalainen, L. (2008). Data mining tools for technology and competitive intelligence.

Sandberg, A., & Bostrom, N. (2006). Cognitive enhancement: a review of technology. *EU ENHANCE Project*.

Schuh, G., Bachmann, H., Apfel, K., Kabasci, P., & Lau, F. (2014). Erfolgreiche Technologiefrüherkennung—von der Pflicht bis zur Kür. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 109(11), 796-800.

Sievers, S. (2010). *Technology Intelligence in Networks and Clusters: A Novel Approach*. Institute of Industrial Management and Technology Management, Hamburg. Helmut Schmidt Universität.

Veugelers, M., Bury, J., & Viaene, S. (2010). Linking technology intelligence to open innovation. *Technological forecasting and social change*, 77(2), 335-343.