

**Novática**, revista fundada en 1975 y decana de la prensa informática española, es el órgano oficial de expresión y formación continua de **ATI** (Asociación de Técnicos de Informática), organización que edita también la revista **REICIS** (Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software). **Novática** edita asimismo **UPGRADE**, revista digital de **CEPIS** (Council of European Professional Informatics Societies), en lengua inglesa, y es miembro fundador de **UPNET** (**UPGRADE** European **NET**work).

<<http://www.ati.es/novatica/>>  
 <<http://www.ati.es/reicis/>>  
 <<http://www.upgrade-cepis.org/>>

ATI es miembro fundador de **CEPIS** (Council of European Professional Informatics Societies) y es representante de España en **IFIP** (International Federation for Information Processing); tiene un acuerdo de colaboración con **ACM** (Association for Computing Machinery), así como acuerdos de vinculación o colaboración con **AdaSpain**, **AIZ**, **ASTIC**, **RITSI** e **Hispalinux**, junto a la que participa en **Prolinnova**.

**Consejo Editorial**  
 Antoni Carbonell Nogueras, Juan Manuel Cueva Lovelle, Juan Antonio Esteban Iriarte, Francisco López Crespo, Julián Marcelo Cocho, Celestino Martín Alonso, Josep Molas i Bertrán, Olayo Palau Gordina, Fernando Píera Gómez (Presidente del Consejo), Ramón Puigjaner Trepal, Miquel Sàrries Grifó, Asunción Yturbe Herranz

**Coordinación Editorial**  
 Llorenç Pagés Casas <[lpages@ati.es](mailto:lpages@ati.es)>  
**Composición y autoedición**  
 Jorge Llácer Gil de Ramalés  
**Traducciones**  
 Grupo de Lengua e Informática de ATI <<http://www.ati.es/gt/lengua-informatica/>> Dpto. de Sistemas Informáticos - Escuela Superior Politécnica - Universidad Europea de Madrid  
**Administración**  
 Tomás Brunete, María José Fernández, Enric Camarero, Felicidad López

**Secciones Técnicas - Coordinadores**  
**Acceso y recuperación de la información**  
 José María Gómez Hidalgo (Optinet), <[jmgomez@yahoo.es](mailto:jmgomez@yahoo.es)>  
 Manuel J. Matas López (Universidad de Huelva), <[manuel.matas@diesta.uhu.es](mailto:manuel.matas@diesta.uhu.es)>  
**Administración Pública electrónica**  
 Francisco López Crespo (MAE), <[flc@ati.es](mailto:flc@ati.es)>

**Arquitecturas**  
 Enrique F. Torres Moreno (Universidad de Zaragoza), <[enrique.torres@unizar.es](mailto:enrique.torres@unizar.es)>  
 Jordi Tubella Morgadas (DAC-UPC), <[jordit@ac.upc.es](mailto:jordit@ac.upc.es)>  
**Auditoría STIC**  
 Marina Touriño Troilo, <[marinatourino@marinatourino.com](mailto:marinatourino@marinatourino.com)>  
 Manuel Palao García-Suelto (ASIA), <[manuel@palao.com](mailto:manuel@palao.com)>  
**Boracho e tecnologías**  
 Isabel Hernández Collazos (Fac. Derecho de Donostia, UPV), <[ihernando@legalek.net](mailto:ihernando@legalek.net)>  
 Elena Davara Fernández de Marcos (Davara & Davara), <[edavara@davara.com](mailto:edavara@davara.com)>

**Economía Universitaria de la Informática**  
 Joaquín Ezpeleta Mateo (CPS-UZAR), <[ezpeleta@posta.unizar.es](mailto:ezpeleta@posta.unizar.es)>  
 Oriolada Parra Flores (DSIP-UJM), <[cparraf@si.ujm.es](mailto:cparraf@si.ujm.es)>  
**Entorno digital personal**  
 Alonso Álvarez García (TID), <[aag@tid.es](mailto:aag@tid.es)>  
 Diego Gachet Páez (Universidad Europea de Madrid), <[gachet@uem.es](mailto:gachet@uem.es)>

**Estadística Web**  
 Encarnación Duesada Ruiz (Oficina Española del W3C) <[eduesada@w3.org](mailto:eduesada@w3.org)>  
 José Carlos del Arco Prieto (TCP Sistemas e Ingeniería) <[jarco@gmail.com](mailto:jarco@gmail.com)>  
**Unión del Conocimiento**  
 Joan Baiget Solé (Carriem Ernst & Young), <[joan.baiget@ati.es](mailto:joan.baiget@ati.es)>  
**Informática y Filosofía**  
 José Angel Olivares Varela (Escuela Superior de Informática, UCLM) <[josangel.olivares@uclm.es](mailto:josangel.olivares@uclm.es)>  
 Karim Gherab Martin (Harvard University) <[kgherab@gmail.com](mailto:kgherab@gmail.com)>

**Informática Gráfica**  
 Miquel Chover Sellés (Universitat Jaume I de Castellón), <[chover@lsi.uji.es](mailto:chover@lsi.uji.es)>  
 Roberto Vivó Hernández (Eurographics, sección española), <[rvivo@dsic.upv.es](mailto:rvivo@dsic.upv.es)>  
**Ingeniería del Software**  
 Javier Dolado Cosín (ISI-UPV), <[dolado@si.ehu.es](mailto:dolado@si.ehu.es)>  
 Luis Fernández Sanz (PRIS-UI-UEM), <[lufern@dpriis.esi.uem.es](mailto:lufern@dpriis.esi.uem.es)>

**Inteligencia Artificial**  
 Vicente Boti Navarro, Vicente Julián Inglada (DSIC-UPV) <[vboti@vmpjades.com](mailto:vboti@vmpjades.com)>  
**Información Persona-Computador**  
 Julio Abascal González (FI-UPV), <[julio@si.ehu.es](mailto:julio@si.ehu.es)>  
**Lenguaje e Informática**  
 M. del Carmen Ugarte García (IBM), <[cugarte@ati.es](mailto:cugarte@ati.es)>  
**Lenguajes Informáticos**  
 Andrés Marín López (Univ. Carlos III), <[amarin@it.uc3m.es](mailto:amarin@it.uc3m.es)>  
 J. Anxo Velázquez Buriel (ESCIET-URJC), <[a.velazquez@eset.urjc.es](mailto:a.velazquez@eset.urjc.es)>

**Lingüística computacional**  
 Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo), <[xgg@uvigo.es](mailto:xgg@uvigo.es)>  
 Manuel Patomir (Univ. de Alicante), <[mpatomir@dsi.ua.es](mailto:mpatomir@dsi.ua.es)>  
**Mundo estudiantil y jóvenes profesionales**  
 Federico G. Mon Trotti (RITSI) <[gnu.fede@gmail.com](mailto:gnu.fede@gmail.com)>  
 Mikel Salazar Peña (Área de Jóvenes Profesionales, Junta de ATI Madrid), <[mikelbxo\\_uni@yahoo.es](mailto:mikelbxo_uni@yahoo.es)>

**Problemas Informáticos**  
 Rafael Fernández Castro (ATI), <[rftcalvo@ati.es](mailto:rftcalvo@ati.es)>  
 Miquel Sàrries Grifó (Ayto. de Barcelona), <[msarries@ati.es](mailto:msarries@ati.es)>  
**Redes y servicios telemáticos**  
 José Luis Marzo Lázaro (Univ. de Girona), <[jesseluis.marzo@udg.es](mailto:jesseluis.marzo@udg.es)>  
 Germán Santos Booda (UPC), <[german@ac.upc.es](mailto:german@ac.upc.es)>

**Seguridad**  
 Javier Areltío Bertolin (Univ. de Deusto), <[jareltio@eside.deusto.es](mailto:jareltio@eside.deusto.es)>  
 Javier López Muñoz (ETS Informática-UMA), <[jlm@lcc.uma.es](mailto:jlm@lcc.uma.es)>  
**Sistemas de Tiempo Real**  
 Alejandro Alonso Muñoz, Juan Antonio de la Puente Alfaro (DIT-UPM), <[alajonso.puentej@dit.upm.es](mailto:alajonso.puentej@dit.upm.es)>  
**Software Libre**  
 Jesús M. González Barahona, Pedro de las Heras Quirós (GSYC-URJC), <[jgh.pheras@gsyc.es](mailto:jgh.pheras@gsyc.es)>

**Tecnología de Bibliotecas**  
 Jesús García Molina (DS-UM), <[jmolina@um.es](mailto:jmolina@um.es)>  
 Gustavo Rossi (LIFIA-UNLP, Argentina), <[gustavo@sol.info.unlp.edu.ar](mailto:gustavo@sol.info.unlp.edu.ar)>  
**Tecnologías para la Educación**  
 Juan Manuel Dódero Berrido (UCM), <[dodero@inf.uc3m.es](mailto:dodero@inf.uc3m.es)>  
 César Pablo Córcoles Briongo (UOC), <[ccorcoles@uoc.edu](mailto:ccorcoles@uoc.edu)>

**Tecnologías y Empresa**  
 Didac López Vilas (Universitat de Girona), <[didac.lopez@ati.es](mailto:didac.lopez@ati.es)>  
 Francisco Javier Gaitiás Sánchez (Indra Sistemas), <[jfgaitias@gmail.com](mailto:jfgaitias@gmail.com)>  
**TIC y Turismo**  
 Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga) <[aguayo.guevara@lcc.uma.es](mailto:aguayo.guevara@lcc.uma.es)>

Las opiniones expresadas por los autores son responsabilidad exclusiva de los mismos. **Novática** permite la reproducción, sin ánimo de lucro, de todos los artículos, a menos que lo impida la modalidad de © o copyright elegida por el autor, debiéndose en todo caso citar su procedencia y enviar a **Novática** un ejemplar de la publicación.

**Coordinación Editorial, Redacción Central y Redacción ATI Madrid**  
 Pabilla 66, 3º, dcha., 28006 Madrid  
 Tlf: 914029391; fax: 913093685 <[novatica@ati.es](mailto:novatica@ati.es)>  
**Composición, Edición y Redacción ATI Valencia**  
 Av. del Reino de Valencia 23, 46005 Valencia  
 Tlf./fax: 963330392 <[secretaria@ati.es](mailto:secretaria@ati.es)>  
**Administración y Redacción ATI Cataluña**  
 Via Laietana 45, ppal. T.: 08003 Barcelona  
 Tlf: 934125235; fax: 934127713 <[secretgen@ati.es](mailto:secretgen@ati.es)>  
**Redacción ATI Andalucía**  
 Isaac Newton, s/n, Ed. Sadleir,  
 Isla Cartuja, 41092 Sevilla. Tlf./fax: 954460779 <[secretand@ati.es](mailto:secretand@ati.es)>  
**Redacción ATI Aragón**  
 Lagasca 9, 3-B, 50006 Zaragoza.  
 Tlf./fax: 976235181 <[secretar@ati.es](mailto:secretar@ati.es)>  
**Redacción ATI Asturias-Cantabria** <[cg-astucant@ati.es](mailto:cg-astucant@ati.es)>  
**Redacción ATI Castilla-La Mancha** <[cg-clmancha@ati.es](mailto:cg-clmancha@ati.es)>  
**Subscripciones y Ventas** <<http://www.ati.es/novatica/interes.html>>, ATI Cataluña, ATI Madrid  
**Publicidad**  
 Pabilla 66, 3º, dcha., 28006 Madrid  
 Tlf: 914029391; fax: 913093685 <[novatica@ati.es](mailto:novatica@ati.es)>  
**Impresión:** Dierra S.A., Juan de Austria 66, 08005 Barcelona  
**Depósito legal:** B 15.154-1975 - ISSN: 0211-2124. CODEN NOVAEC  
**Partida:** "Salida de la habitación 101" - Concha Arias Pérez / © ATI  
**Diseño:** Fernando Agresta / © ATI 2003

**editorial**  
**Estudiantes y jóvenes profesionales, clave del futuro de ATI** > 02  
**en resumen**

**El poder de laas comunidades** > 02  
*Llorenç Pagés Casas*

**monografía**  
**Sortware libre: investigación y desarrollo**  
*(En colaboración con UPGRADE)*  
 Editores invitados: Manuel Palomo Duarte, José Rafael Rodríguez Galván, Israel Herraiz Tabernero y Andrea Capiluppi

**Presentación. Software libre: investigación y desarrollo** > 03  
*Andrea Capiluppi, José Rafael Rodríguez Galván, Manuel Palomo Duarte, Israel Herraiz Tabernero*

**La necesidad de investigar sobre software libre en Europa** > 06  
*Israel Herraiz Tabernero, Rafael Rodríguez Galván, Manuel Palomo Duarte*

**De la catedral al bazar: un estudio empírico del ciclo de vida de los proyectos basados en comunidades de voluntarios** > 09  
*Andrea Capiluppi, Martin Michlmayr*

**Los bienes comunes como nueva economía y lo que esto significa para la investigación** > 17  
*Richard P. Gabriel*

**Software libre para la gestión de proyectos de investigación** > 20  
*Israel Herraiz Tabernero, Juan José Amor Iglesias, Álvaro del Castillo San Félix*

**Innovación tecnológica en comunicaciones móviles desarrollada con Software Libre: Campus Ubicuo** > 25  
*Javier Carmona Murillo, José Luis González Sánchez, Manuel Castro Ruiz*

**El modelo de la Oficina de Software Libre de la Universidad de Cádiz en la universidad española** > 31  
*José Rafael Rodríguez Galván, Manuel Palomo Duarte, Juan Carlos González Cerezo, Gerardo Aburruga García, Antonio García Domínguez, Alejandro Álvarez Ayllón*

**Aprendiendo a introducir una innovación en un proyecto basado en Software Libre** > 36  
*Christopher Oezbek, Lutz Prechelt*

**Optimización del proceso de render 3D distribuido con software libre** > 41  
*Carlos González Morcillo, Gerhard Weiss, David Vallejo Fernández, Luis Jiménez Linares, Javier Albusac Jiménez*

**secciones técnicas**  
**Mundo estudiantil y jóvenes profesionales**  
**SWAML, Semantic Web Archive of Mailing Lists** > 49  
*Sergio Fernández López, Diego Berrueta Muñoz, José Emilio Labra Gayo*

**TCOS: uso de terminales ligeros en las aulas** > 52  
*Mario Izquierdo Rodríguez*

**Porting de GCC al microcontrolador Microchip PIC16F877** > 55  
*Pedro José Ramírez Gutiérrez*

**SubDownloader** > 58  
*Iván García Cortijo*

**Software Libre en la Enseñanza: primeras jornadas organizadas por OuSLi en el ámbito de la educación** > 61  
*José Ramón Méndez Reboredo, Enrique Estévez Fernández, Florentino Fernández Riverola, Daniel González Peña*

**Referencias autorizadas** > 64

**sociedad de la información**  
**Nueva Economía**  
**Las TIC y la Ciencia, Ingeniería y Gestión de los Servicios** > 69  
*Gregorio Martín Quetglas, Vicente Cerverón Lleó, Francisco J. Gálvez Ramírez*

**Programar es crear**  
**Todas las palabras son capicúas (CUPCAM 2006, problema F, solución)** > 73  
*Oscar Martín Sánchez*

**Las luces de la escalera (CUPCAM 2006, problema G, enunciado)** > 74  
*Julio Mariño Carballo*

**Permutaciones con un número dado de inversiones (CUPCAM 2006, problema H, enunciado)** > 75  
*Manuel Abellanas Oar, Luis Hernández Yáñez*

**asuntos interiores**  
**Coordinación Editorial / Programación de Novática** > 76  
**Normas para autores / Socios Institucionales** > 77

**Monografía del próximo número: "Gobierno de las TIC"**

Gregorio Martín Quetglas<sup>1</sup>,  
Vicente Cerverón Lleó<sup>1</sup>, Fran-  
cisco J. Gálvez Ramírez<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Universitat de València, <sup>2</sup>IBM España

<gregorio.martin, vicente.cerveron}@uv.es>  
<fjgramirez@es.ibm.com>

## 1. Introducción

El sector terciario correspondiente a los servicios ha cobrado un peso especial dentro de las economías de los países desarrollados. Ha habido numerosos intentos de segmentación del sector servicios, pero quizás la más ampliamente aceptada sea la realizada por Browning y Singelmann [1], según la cual, los servicios pueden clasificarse en: Servicios de Producción, Personales, de Distribución y de Atención Pública. Todos estos campos hacen un uso intensivo de las TIC (*Tecnologías de la Información y la Comunicación*), hasta el punto que este sector es en EEUU [2] la principal fuente de empleo para científicos e ingenieros relacionados con ellas. Estos datos coinciden con informes recientes a nivel nacional [3] que cuantifican las futuras necesidades de formación y competencia profesional para las empresas de servicios con un uso más intensivo de las TIC. Ello explica el actual debate, en las comunidades científicas y empresariales, sobre la necesidad de impulsar una nueva rama de conocimiento, denominada Ciencia, Ingeniería y Gestión de los Servicios (CIGS), que llamaremos SSME por su acrónimo inglés (*Services Sciences Management and Engineering*). Esta cuestión está actualmente muy presente tanto en instituciones profesionales (ACM [4] y IEEE Computer Society [5]) como en iniciativas promovidas por el sector industrial (IBM, Oracle, Cisco, Xerox etc.) en forma de plataformas conjuntas [6][7] y ha llegado incluso, el pasado agosto, a ser objeto de decisiones político-administrativas, en las dos cámaras estadounidenses [8].

La óptica de la SSME supera la propia de los llamados *Servicios TIC* al asumir que, en esta nueva disciplina las TIC sólo son una parte de ella. Así, mientras el mantenimiento de hardware es un estricto servicio TIC, los servicios relacionados con el sector turístico pertenecerían al campo de la SSME, donde siendo importante el uso de la informática, ésta no define su actividad básica.

## 2. Servicios, procesos, empresas y sistemas de servicios

Un *servicio* es un conjunto de actividades destinadas a satisfacer determinadas necesidades, de personas u organizaciones, mediante el uso de un conocimiento específico. Esto supone definir tanto el marco en el que se desarrollan estas tareas, como las espec-

# Las TIC y la Ciencia, Ingeniería y Gestión de los Servicios

**Resumen:** la formalización de los procesos de negocio en el marco de las arquitecturas orientadas a servicios es un tema candente en los departamentos de TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), aunque la gran importancia de los servicios puede no corresponderse con los esfuerzos académicos en estudiar este sector. La comprensión de la naturaleza de los propios servicios y el uso de metodologías y prácticas para su eficiente implantación y gestión es un tema clave, siendo el objetivo del presente trabajo ubicar la nueva disciplina, Ciencia, Ingeniería y Gestión de los Servicios (SSME), y abordar sus implicaciones en el entorno profesional y académico del sector TIC.

**Palabras clave:** Ciencia, Ingeniería y Gestión de los Servicios, Nueva Economía, Servicios TIC, SSME.

tativas sobre los resultados esperados. La prestación de un servicio implica necesariamente la existencia de una parte generadora del servicio (proveedor) y de otra receptora del mismo (receptor) siendo posible que ambas coincidan, como es el caso de una organización que genere servicios para sí misma (por ej. el servicio de informática de una empresa). Un *servicio* es el equivalente no material de *mercancía*, aunque recibir un servicio no implique tomar posesión de bien alguno, su prestación sí supone necesariamente la aportación de valor o satisfacción a su receptor.

Ser proveedor de servicios implica la posesión de un conocimiento específico que permita la realización del mismo. En cuanto al conocimiento hay que distinguir entre *conocimiento codificado* (transmisible en un lenguaje formal y sistemático) y *conocimiento tácito* (constituido por habilidades individuales, de difícil codificación para su transmisión a otros). En campos como la medicina el término "*cuidado*" (dependiente de la capacidad profesional tácita de quien lo desempeña) parecería más apropiado que el de *servicio*, lo que no impide que aquél se considere también un servicio, más allá de dónde se encuentre la línea de separación del conocimiento susceptible de ser codificado. Al contrario que en la producción de mercancías, donde se habla solamente de cliente, en los servicios se puede distinguir entre "cliente", quien lo encarga y paga (por ej. el Sistema Nacional de Salud) y "usuario", quien lo utiliza (por ej. el paciente).

Un *proceso* es una secuencia de tareas, relacionadas entre sí, que colectivamente parten de un "*input*", le añaden un cierto valor, trabajando bajo ciertas restricciones, y obtienen un "*output*" consistente bien en una mercancía, bien en prestar un servicio. Lo anterior supone que la mera coordinación y

organización de una serie de procesos y tareas puede llevar a cabo la creación de un servicio. En todo proceso existe:

- 1) Definibilidad: Especificación de su *input*, su *output* y sus restricciones de trabajo.
- 2) Orden: Las tareas que lo constituyen están ordenadas espacial y temporalmente.
- 3) Cliente: El receptor interesado en el resultado final.
- 4) Valor añadido: La transformación efectuada debe añadir valor para el cliente.
- 5) Integración: Un proceso sólo existe si está encajado en una estructura previamente organizada.
- 6) Funcionalidades: Un proceso soporta una o varias funciones.

Entenderemos por **empresa** cualquier organización o corporación, con o sin ánimo de lucro, que tenga por objetivos la fabricación de mercancías o la provisión de servicios, estando formada por un conjunto de recursos debidamente coordinados que realizan una serie de procesos, que pueden articularse como servicios, que se engloban en tres tipos de procesos:

- Gestión: los que gobiernan y administran la operación de la empresa (p.e. dirección corporativa).
- Operativos: encargados de crear el flujo de tareas y valores que forman el núcleo de la actividad de cada empresa (compras, fabricación, ingeniería, ventas, etc.).
- Soporte: que permiten el funcionamiento de la empresa (por ej. contabilidad).

Cada vez más, los procesos empresariales se realizan mediante la adopción de una plataforma tecnológica capaz de organizarlos, integrarlos y coordinarlos, lo que conceptualmente permite asumir la existencia de un sistema único, que asegura que la información disponible es compartida por los distintos niveles funcionales y ejecutivos. Esta plataforma tecnológica contiene cono-

cimiento codificado (siendo muy complicado incluir en ella conocimiento tácito) con el que aporta valor añadido. Este valor proviene tanto de la automatización (que los libera del error humano) como del conocimiento propio del proveedor dedicado a generar plataformas para un tipo concreto de negocio. Lo anterior facilita la externalización, una tendencia cada vez más clara en el campo de las TIC, hasta el punto [9] que en 2006, el 44% de las empresas de la UE-27 (Unión Europea de los 27 países) recurrieran a proveedores externos para llevar a cabo, total o parcialmente, sus funciones relacionadas con las TIC, estando Dinamarca (76%) y Finlandia (70%) a la cabeza (en España 33%).

Se llaman **sistemas de servicio** a las configuraciones existentes, cuyo objetivo es la creación conjunta y dinámica, de valores añadidos, que funcionan apoyadas en personas, tecnologías, organizaciones e informaciones compartidas (lenguajes, leyes, mediciones, modelos, etc.) y trabajando conectadas interna y externamente. Distintos sistemas de servicio pueden obtener un mismo valor añadido, incluso con diferencias importantes en las configuraciones y mecanismos de resolución utilizados, lo que hace que un servicio pueda prestarse de formas distintas. En consecuencia referirse a un sistema concreto es hacerlo a una determinada configuración de personas, tecnologías e informaciones para la obtención de valor para clientes, sean existentes o potenciales.

### 3. Ciencia, ingeniería y gestión de los servicios

El método científico supone unos estándares de rigor de forma que al definir una ciencia se integran:

- datos (producto de una observación metódica).
- teoría (consistente en disponer de un modelo contrastado de la realidad estudiada, con un proceso de análisis constante para actualizar su validez).
- una comunidad humana que incrementa el cuerpo de conocimiento propio del campo estudiado, usando metodologías e instrumentos concretos, sean matemáticos o materiales.

La **ciencia de los servicios** pretende ser la disciplina que estudie la forma cómo un sistema de servicios puede aplicar unos recursos y poner en marcha procesos que reviertan en la creación conjunta de valores en colaboración con otros sistemas.

La ingeniería puede verse como un conjunto de metodologías y prácticas dirigidas tanto a la aplicación a situaciones concretas de unos conocimientos científicos, como a la obtención de procesos de control de calidad de los resultados obtenidos. Si la ciencia de los

servicios estudia cómo son éstos y cómo entender su evolución, la **ingeniería de servicios** tiene la misión de desarrollar tecnologías, metodologías y ámbitos de aplicación que permitan mejorar o ampliar su campo de uso, controlando la calidad de los distintos sistemas integrados en cada servicio. Esta disciplina contempla la sistematización y estandarización de la prestación de servicios, basándose en un conocimiento codificado, cuya transmisión o intercambio es clave en el desarrollo y organización de sistemas artificiales complejos (creados por el hombre y con múltiples interacciones internas y externas).

La ciencia e ingeniería de sistemas complejos tiene un importante antecedente en la Fisiología, donde se asume que en los seres vivos existen conjuntos de sistemas autónomos (por ej. el sistema cardiocirculatorio) trabajando en un entorno coordinado, formado por elementos dispares (células sanguíneas, arterias, corazón, etc.) donde cada uno colabora para dar un servicio y en soportar otros procesos (la respiración, el movimiento muscular, etc.). Cada elemento trabaja de forma independiente basándose en funciones de más bajo nivel, ubicuas en todo sistema (por ej. la oxigenación celular) y colaborando en el desempeño de funciones complejas a través de interfaces comunes (por ej. neurotransmisores); así, a pesar de la importancia de los pulmones para el trabajo del corazón, éste parece ignorar la forma de trabajar del resto del sistema, lo que no impide que cuando se hace un esfuerzo y los músculos "piden" más oxígeno el sistema cardiorrespiratorio responda, sin que parezca preocupar la forma como los pulmones puedan obtenerlo, ó cual sea el mecanismo que incrementa la frecuencia cardiaca; todo ello, mientras el sistema, como un todo, no entre en crisis.

El ejemplo anterior pone de manifiesto la necesidad de una administración basada en el propio funcionamiento del servicio; la **gestión de los servicios** es la disciplina encargada de la administración del servicio, de la disponibilidad de los recursos que le son propios, y de decidir cómo invertir en la mejora de la eficiencia de dicho servicio. **SSME** sería la disciplina encargada de estudiar (e investigar) el uso de la ciencia y la ingeniería de servicios para que debidamente gestionados, afronten problemas sociales, empresariales o económicos, con una aproximación multidisciplinar que permita entender, definir, crear y proporcionar sistemas de servicio.

### 4. Presencia de las TI en la Economía de los Servicios

En línea con el matiz entre "*cuidado*" y "*servicio*", ciertas contabilidades estatales distinguen entre *servicios de la administración*

(sanidad, educación y acciones sociales) y *servicios de mercado*; éstos a su vez se clasifican en los dirigidos principalmente a empresas (telecomunicaciones, informática, asesoramiento y gestoría, I+D, limpieza, saneamiento, agencias de trabajo, temporal, etc.) o a personas (hostelería y restauración, actividades recreativas, culturales y deportivas, actuaciones inmobiliarias, etc.). Para ubicar y cuantificar el papel de los servicios y de las TI en una sociedad desarrollada, observemos que los 1.500.000 millones de euros de la contabilidad francesa de 2004, se descomponen [10] en estos capítulos y porcentajes:

- Industria, Agricultura y Energía (44%).
- Servicios de mercado (22%).
- Servicios de la administración (7%).
- Actividades comerciales (10%).
- Actividades financieras (5%).
- Construcción (7%).
- Transportes (5%).

Si se distribuyen los 32.523 millones de euros gastados en este periodo en actividades informáticas, se obtiene:

- Industria, Agricultura y Energía: 20%.
- Servicios de mercado: 39%.
- Servicios de la administración: 5%.
- Actividades comerciales: 11%.
- Actividades financieras: 20%.
- Construcción: 3%.
- Transporte: 2%.

Estas cifras confirman claramente al sector servicios como el principal cliente y usuario de las TI.

Para estudiar la tendencia del sector servicios [10] la contabilidad francesa muestra que el porcentaje destinado a "compras de servicios", desde 1959 hasta 2006, se ha multiplicado por 2,5; concretamente por cada 100 euros gastados, 25,8 euros corresponden al capítulo de servicios, una tasa ya superior a la de bienes intermedios y de equipo, y muy por encima de los capítulos de actividades inmobiliarias, financieras y transportes. Para explicar estas tendencias, los expertos apuntan tres razones [10]:

- las empresas adquieren cada vez más servicios de mercado, lo que hace que las empresas de servicios sean, a su vez, demandadoras de nuevos servicios, en lo que ha venido a definirse como el desarrollo del sector cuaternario.
- el contenido de lo producido se enriquece con componentes no materiales (nuevo soporte a distancia de lo fabricado, seguimiento de la mercancía durante el transporte, inclusión de más conocimiento en el producto, etc.).
- las actividades terciarias, antes llevadas a cabo en el seno de cada empresa, tienden a externalizarse, de forma que el trabajo realizado en el Centro de Procesos de una industria (que antes se incluía con el proceso de

fabricación tradicional) pasa a ejecutarlo un proveedor externo, de forma que esta actividad pasa a contabilizarse en el sector terciario, desapareciendo del secundario.

Al afectar estos tres puntos al empleo y a los gastos relacionados con TIC, se justifica la discusión en torno a la disciplina SSME en el seno de la Ingeniería Informática, cuyos profesionales, cada vez más, se ubican en los sectores terciario y cuaternario.

## 5. Las TIC en los nuevos servicios y los servicios en las TIC

Puesto que existen una serie de servicios TIC presentes en cualquier plataforma tecnológica con independencia de su área de actividad (gestión de seguridad, copias remotas, actualización de software y hardware, generación de informes, atención al usuario, gestión de incidencias, contratación de proveedores, etc.) dentro del debate de la SSME, surge la pregunta; ¿pueden estos servicios analizarse desde una óptica científica y dotar a sus procesos de un procedimiento científico que permita su repetibilidad con un nivel de calidad preestablecido? Aunque la respuesta sea todavía un elemento de discusión [4][5][6][7][11] ésta parece ser, cada vez más afirmativa. A la pregunta inversa (sobre el papel de las TIC en los nuevos servicios) existe un acuerdo [5] de cuáles son las TIC que más impactan: SOA (*System Oriented Architecture*), Servicios Web y Sistemas para el Autoservicio.

SOA es una arquitectura que facilita la existencia de aplicaciones que desarrollan sus funcionalidades específicas invocando a distintos servicios. Un sistema basado en SOA consta de:

- Un conjunto de servicios que pueden usar tanto las aplicaciones finales como el resto de servicios. Cada uno consta de una interfaz soportada por un código subyacente encargado de dar carta de naturaleza al servicio en cuestión.
- Un conjunto de aplicaciones que utilizan dichos servicios, los cuales pueden invocarse o incluso ser "descubiertos" por la aplicación dentro de un proceso de demanda.
- Una infraestructura que permite tanto el "descubrimiento" de servicios, como el intercambio de datos entre aplicaciones y servicios. SOA proporciona algo más que transacciones, al incorporar simultáneamente tanto servicios de comunicaciones seguras, como herramientas para moverse en este universo de aplicaciones y servicios.

SOA incorpora todo un conjunto de políticas, prácticas de funcionamiento, marcos de trabajo y patrones de arquitectura, de forma que desde el punto de vista del ingeniero de software suponen: 1) servicios con interfaces bien definidas y estandarizadas que proporcionan funcionalidades reutilizables; 2) una

infraestructura que permite descubrir, componer e invocar servicios, y 3) aplicaciones construidas a partir de servicios accesibles. Son características básicas de SOA: reusabilidad, acuerdo de comunicaciones, bajo acoplamiento, alta integración entre servicios, etc.

Por su parte, los Servicios Web se diseñan para llevar a la práctica sus funciones mediante el uso de XML (*eXtensible Markup Language*), con lo que proporcionan una definición formal, independiente de la plataforma y del lenguaje de programación que lo desarrolla. Haciendo uso de la correspondiente interfaz las particularidades de cada implementación quedan encapsuladas (ocultas). Esto conduce a la necesidad de contar con un mecanismo para concatenar servicios (en la jerga habitual, *orquestración*) y así conseguir procesos de negocio cada vez más complejos. Mientras que por sí mismo un Servicio Web sólo es un componente definido por una interfaz, la arquitectura global necesita verificarlo y validarlo frente al comportamiento de los clientes, para lo que recurre al uso de BPEL (*Business Process Execution Language*) y de las especificaciones WS-Coordination.

A través de un documento BPEL se puede representar tanto la lógica asociada al servicio, como los elementos con los que se verá relacionado (por ej. otro servicio web). BPEL se encarga de "orquestrar" todo el conjunto, señalando el proceso a ejecutar en cada momento y bajo que condiciones hacerlo. Por su parte, WS-Coordination es una serie de especificaciones que describen un marco que proporciona los protocolos que permiten coordinar las distintas acciones de las aplicaciones distribuidas, que normalmente operan en entornos heterogéneos. Con ello se alcanzan las potencialidades siguientes:

- 1) Redefinición, basada en XML, de las tecnologías distribuidas con los espacios de nombres correspondientes.
- 2) Transmisión de datos utilizando el protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*), como formato sobre HTTP, para los mensajes definidos a través de esquemas XML debidamente consensuados.
- 3) Interfaces de los servicios descritas usando WSDL (*Web Services Description Language*).
- 4) Localización de los servicios a través de UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*) que también se usa como directorio de los servicios disponibles.

El tercer componente, que explica el impacto de las TIC en la nueva generación de servicios, consiste en las posibilidades que ofrecen aquellos procesos que permiten trabajar al usuario final bajo el *principio de autoservicio*. Existen numerosos escenarios (por ej. sistemas bancarios) en los que mu-

chos servicios funcionan, aparentemente de forma desasistida. Los sistemas de autoservicio y todo el trabajo relacionado con las terminales de usuario confirman esta tendencia que supone un importante campo de aplicación para la ingeniería de servicios.

Todas estas tecnologías, propias de un sistema complejo [12], donde cada módulo no es más que un conjunto de procesos que interactúan con otros, según unas normas de conocimiento específico, hacen necesaria la intervención de un "director de orquesta" que no solo sea capaz de coordinar el funcionamiento del sistema y establecer las interfaces de comunicación entre los módulos, sino también de crear sistemas nuevos que aporten valor, dictaminando qué módulos, de los ya creados, van a entrar en juego y cuáles sería necesario crear desde cero. Esta es la figura del arquitecto de sistemas que, cuando extiende su función más allá del rango de las TIC, conduce hacia la figura del *ingeniero de servicios* [13]. Este profesional debe enfrentarse al diseño de sistemas complejos recurriendo al concepto de servicios, de forma que éstos ofrezcan respuestas para las distintas funcionalidades requeridas. En esta interrelación entre TIC y servicios, los profesionales deben trabajar con la perspectiva de los "Servicios TIC Empresariales" caracterizados por:

- a) Estar orientados puramente a negocio.
- b) Adoptar el uso de las tecnologías basadas en SOA.
- c) Conocer lo específico del escenario de negocio en el que se aplican, haciendo uso para ello del conocimiento codificado disponible, de forma que la posible incorporación del conocimiento tácito no anule el factor de repetibilidad que puede y debe tener la tecnología.
- d) La existencia de métricas y/o metodologías que permiten un control del desarrollo.
- e) La importancia de las normativas gubernamentales y controles de calidad, así como de la auditabilidad como propiedades a incorporar en la práctica profesional.

## 6. La SSME como una nueva disciplina académica

Atisbar un futuro académico no es fácil ni inmediato y surgen, en principio, una serie de carencias a la hora de considerar la SSME como disciplina científica y profesional:

- a) La no existencia, por el momento, de un cuerpo teórico suficientemente sólido, con preguntas bien definidas, métodos y herramientas propias y una idea clara sobre las implicaciones que su existencia pueda suponer.
- b) La gran heterogeneidad de servicios existentes, que abarca una lista de difícil agrupación en un cuerpo de doctrina única: Finanzas (Banca, Seguros), Gobierno (Impuestos, Policía), Transportes (Distintos medios

modales, Planificación), Infraestructuras (Teléfonos, Electricidad), Ocio (Cine, Televisión), Turismo (Hoteles, Restaurantes), Sanidad (Consultas médicas, Hospitales), Educación (Colegios, Universidades), Informática (Hardware, Programación), Servicios profesionales (Consultoría, Abogacía), etc.

c) En la incorporación de las TIC, cada sector ha seguido su propia dinámica; así llama la atención la rápida incorporación que los medios telemáticos han tenido en el área financiera, en contraste con la reducida (aunque creciente) presencia que se registra en la atención sanitaria, la cual en cambio, no ha tenido problema alguno en incorporar la ingeniería más avanzada en su correspondiente instrumentación.

Es evidente que el futuro académico de la SSME depende de la existencia de unos conocimientos comunes para el conjunto de servicios. Haciendo un análisis generalizado de diferentes profesiones y servicios, se puede llegar a la conclusión que siempre aparecen dos puntos comunes necesarios para la prestación de un servicio: Conocimiento específico y Herramientas tecnológicas apropiadas. La existencia de la SSME exige encontrar los conocimientos y elementos tecnológicos que sean de interés para todos los sectores. Este tipo de discusiones se ha dado a distintos niveles [4][5][6][7][11][13] y a pesar de heterogeneidad citada, existe un cierto consenso sobre las materias académicas que estarían en la intersección de todos los servicios [11][13] como elementos a estudiar (y obviamente susceptibles de mayor investigación):

- Investigación Operativa y ramas relacionadas con ella en el ámbito de la Ingeniería Industrial.
- Hardware, Software y Sistemas de Información (que en su conjunto deben ser lo suficientemente flexibles para adaptarse a las distintas estrategias empresariales que puedan surgir).
- Economía y estrategia de negocios, gestión de servicios y de sus operaciones (para poder afrontar la innovación, el escalado y el dimensionamiento de cada servicio).
- Economía política y legislación (conocer y explicar la forma como un cuerpo legislativo recoge las innovaciones).
- Ingeniería de sistemas complejos (en especial los aspectos relacionados con la robustez y fragilidad).
- Sociología y conocimiento de las necesidades colectivas que generan un servicio, así como el uso, evolución, efecto, consecuencias y aceptación del mismo.

### 7. A modo de conclusión

Partiendo de la triple asunción que la nueva economía se estructura alrededor de los servicios, que en éstos tiene una importancia capital el uso eficiente de las TIC y que la

provisión de productos y recursos propios de estas tecnologías es a su vez un servicio, estamos en condiciones de entrever el papel de la SSME o CIGS.

El sector empresarial y la sociedad en general requieren que los servicios estén adecuadamente diseñados, implantados y gestionados, por lo que el mercado laboral demanda perfiles profesionales capaces de:

- Adaptar y poner en práctica conceptos, metodologías y procesos de control de calidad en la línea habitual de la ingeniería industrial y de sistemas aplicados a las funciones y negocios relacionados con los servicios.
- Integrar procesos sociales, tecnológicos y de gestión.
- Asumir el papel e importancia de los Servicios TIC Empresariales y el concepto de valor añadido que implican.

Tanto en el ambiente académico como en el industrial se discute si junto a los cinco perfiles emanados directamente de la Informática [14] puede surgir una disciplina con un componente informático, la SSME, donde las TIC no serían necesariamente nucleares. En el ámbito académico emerge la cuestión de si, en la SSME debe prevalecer la componente propia de las Escuelas de Negocios o la específica de las Escuelas de Ingeniería. Paralelamente es obligado reseñar la fuerza que ha tomado dentro del sector cuaternario la externalización de los servicios TIC, que muestra abundantes ejemplos en los que la contratación de un servicio a un proveedor externo puede resultar más rentable y eficiente que la ejecución del mismo servicio en el seno de la propia empresa.

En opinión de los autores, todos los que entendemos la ingeniería informática como una profesión que se apoya en una formación universitaria, y cuyos objetivos son el conocimiento, desarrollo y gestión de las TIC y de los servicios basados en ellas, debemos tomar conciencia de la importancia de estas competencias y destrezas relacionadas con SSME. De lo contrario, la profesión de ingeniero informático puede diluirse entre técnicos con formación menor en el campo de las TIC, pero perfectamente preparados para escribir líneas de código y operar y administrar sistemas; ingenieros o científicos de diversa procedencia que con una formación "ad-hoc" pueden desarrollar (incluso a plena satisfacción) tareas específicas de servicios TIC.

El desarrollo de la sociedad de la información puede alcanzar un nivel de excelencia profesional si se dispone de expertos formados específicamente en las tecnologías y disciplinas que demandan los nuevos modelos de negocio, basados principalmente en la prestación de servicios. Por todo ello las

competencias y destrezas en SSME deben ser parte constituyente de la formación y actuación profesional de todos los ingenieros informáticos presentes y futuros, que permita un adecuado desempeño profesional independientemente de cuál sea su actividad, puesto a nivel en el proceso de provisión de servicios TIC de una organización. Los puestos superiores de gestión y dirección de sistemas de servicios, posiblemente precisen una formación superior específica en SSME a un nivel de master, al tiempo que sus titulares deben participar en el desarrollo e investigación de materias propias de la disciplina.

### Referencias

- [1] **Harley L. Browning, Joachim Singelmann.** "The Transformation of the U.S. Labor Force: The Interaction of Industry and Occupation". *Politics & Society*, 1978, vol. 8: pp. 481-509.
- [2] **US National Academy of Engineering.** "The Impact of Academic Research on Industrial Performance". New York, National Academies Press, 2003. ISBN: 0309089735.
- [3] **AETIC.** PAFET V: "Competencias profesionales y necesidades formativas en el sector servicios que hacen un uso intensivo de las TIC". Madrid, Fundación Tecnologías de la Información, 2007
- [4] **ACM.** *Comm. ACM*, Vol. 49 (Monográfico), Julio 2006.
- [5] **Jim Spohrer et. alt.** "Steps Toward a Science Service System". *IEEE Computer*, 2007, vol. 40, pp. 71-77.
- [6] **Service Research and Innovation Community.** <<http://forums.thesrii.org/srii>>.
- [7] **Center for Excellence in Service.** <<http://www.rhsmith.umd.edu/ces>>.
- [8] **US House and Senate.** "SEC. 1106. STUDY OF SERVICE SCIENCE". *The U.S. National Innovation Investment Act*. Agosto 2007.
- [9] **Eurostat.** *Comunicado de prensa 171/2007*. Dic. 2007. <<http://ec.europa.eu/eurostat>>.
- [10] **Xavier Niel, Mustapha Okham.** *Les ressorts de l'économie des services: dynamique propre et externalisation*. Insee Première. Paris, 2007. ISBN: 0992-3192.
- [11] **Henry Chesbrough, Jim Spohrer.** "A research manifesto for services science". *Comm. ACM*, 2006, vol. 49, pp. 35-40.
- [12] **David W. Oliver, Timothy P. Kelliher, James G. Keegan, Jr.** *Engineering Complex Systems with Models and Objects*. McGraw-Hill. 1997. ISBN: 0070481881.
- [13] **James Taboul.** *Services is Front Stage*. Insead Business Press, Boston, 2006. ISBN: 0230066604.
- [14] **Gregorio Martín, Esther Ruiz.** "Ingeniería Informática: ¿mas que solo un titulo, menos que una profesión?". *Novática*, num. 187 (mayo-junio 2007), pp. 59-63.