

**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).

<<http://www.ati.es/novatica/>>  
<<http://www.ati.es/reicis/>>

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 Prolnnova.

**Consejo Editorial**  
Guillem Alsina González, Rafael Fernández Calvo (presidente del Consejo), Jaime Fernández Martínez, Luis Fernández Sanz, José Antonio Gutiérrez de Mesa, Silvia Leal Martín, Didac López Vilas, Francesc Noguera Puig, Joan Antoni Pastor Collado, Andrés Pérez Payreras, Víkto Pons i Colomer, Moisés Robles Gener, Cristina Vigil Díaz, Juan Carlos Vigo López

**Coordinación Editorial**  
Llorenç Pagés Casas <[lpages@ati.es](mailto:lpages@ati.es)>  
**Composición y autedición**  
Jorge Llácer Gil de Ranales  
**Traducciones**  
Grupo de Lengua e Informática de ATI <<http://www.ati.es/gt/lengua-informatica/>>  
**Administración**  
Tomás Brunete, María José Fernández, Enric Camarero

**Secciones Técnicas - Coordinadores**  
**Acceso y recuperación de la información**  
José María Gómez Hidalgo (Optenet), <[jmgomez@yaho.es](mailto:jmgomez@yaho.es)>  
Manuel J. María López (Universidad de Huelva), <[manuel.maria@dieia.uhu.es](mailto:manuel.maria@dieia.uhu.es)>  
**Administración Pública electrónica**  
Francisco López Crespo (MAE), <[flo@ati.es](mailto:flo@ati.es)>  
Sebastià Justicia Pérez (Diputación de Barcelona) <[sjusticia@ati.es](mailto:sjusticia@ati.es)>  
**Arquitecturas**  
Enrique F. Torres Moreno (Universidad de Zaragoza), <[enrique.torres@unizar.es](mailto:enrique.torres@unizar.es)>  
José Filich Cardo (Universidad Politécnica de Valencia), <[jfilich@disca.upv.es](mailto:jfilich@disca.upv.es)>  
**Auditoría SITIC**  
Marina Tourinho Troilillo, <[marinatourinho@marinatourinho.com](mailto:marinatourinho@marinatourinho.com)>  
Sergio Gómez-Landero Pérez (Endesa), <[sergio.gomezlandero@endesa.es](mailto:sergio.gomezlandero@endesa.es)>  
**Derecho y tecnologías**  
Isabel Hernando Collazos (Fac. Derecho de Donostia, UPV), <[isabel.hernando@ehu.es](mailto:isabel.hernando@ehu.es)>  
Elena Davara Fernández de Marcos (Davara & Davara), <[edavara@davara.com](mailto:edavara@davara.com)>  
**Enseñanza Universitaria de la Informática**  
Cristóbal Parsja Flores (DSIP-UCM), <[cparsja@sip.ucm.es](mailto:cparsja@sip.ucm.es)>  
J. Ángel Velázquez Iturbide (DLSI, URJC), <[angel.velazquez@urjc.es](mailto:angel.velazquez@urjc.es)>  
**Entorno digital personal**  
Andrés Martín López (Univ. Carlos III), <[amartin@it.ucm.es](mailto:amartin@it.ucm.es)>  
Diego Gachet Páez (Universidad Europea de Madrid), <[gachet@uem.es](mailto:gachet@uem.es)>  
**Estándares Web**  
Encarna Quesada Ruiz (Virati), <[encarna.quesada@virati.com](mailto:encarna.quesada@virati.com)>  
José Carlos del Arco Prieto (TOP Sistemas e Ingeniería), <[jcarco@gmail.com](mailto:jcarco@gmail.com)>  
**Gestión del Conocimiento**  
Joan Baiget Solé (Cap Gemini Ernst & Young), <[joan.baiget@ati.es](mailto:joan.baiget@ati.es)>  
**Gobierno corporativo de las TI**  
Manuel Palao García-Sueto (ATI), <[manuel@palao.com](mailto:manuel@palao.com)>  
Miguel García-Monreal (ITI), <[mgarciamonreal@ititrends.institute.org](mailto:mgarciamonreal@ititrends.institute.org)>  
**Informática y Filosofía**  
José Ángel Olivares Varela (Escuela Superior de Informática, UCLM), <[joseangel.olivares@uclm.es](mailto:joseangel.olivares@uclm.es)>  
**Informática Gráfica**  
Roberto Feltrero Dreja (UNED), <[rfeltrero@gmail.com](mailto:rfeltrero@gmail.com)>  
**Informática Gráfica**  
Miguel Chover Sellés (Universitat Jaume I de Castellón), <[mchover@lsi.uji.es](mailto:mchover@lsi.uji.es)>  
Roberto Vivó Hernández (Eurographics, sección española), <[rvivo@dsic.upv.es](mailto:rvivo@dsic.upv.es)>  
**Ingeniería del Software**  
Javier Dotado Cosin (DLSI-UPV), <[ddotado@si.uhu.es](mailto:ddotado@si.uhu.es)>  
Daniel Rodríguez García (Universidad de Alcalá), <[daniel.rodriguez@uah.es](mailto:daniel.rodriguez@uah.es)>  
**Inteligencia Artificial**  
Vicente Boti Navarro, Vicente Julián Inglada (DSIC-UPV), <[vbotti.vinglada@dsic.upv.es](mailto:vbotti.vinglada@dsic.upv.es)>  
**Interacción Persona-Computador**  
Pedro M. Laforte Andrés (Universidad de Zaragoza, AIPO), <[plaforte@unizar.es](mailto:plaforte@unizar.es)>  
Francisco L. Gutiérrez Vela (Universidad de Granada, AIPO), <[fgutierrez@ugr.es](mailto:fgutierrez@ugr.es)>  
**Lengua e Informática**  
M. del Carmen Ugarte García (ATI), <[cugarte@ati.es](mailto:cugarte@ati.es)>  
**Lenguajes Informáticos**  
Oscar Belmonte Fernández (Univ. Jaime I de Castellón), <[obelfern@lsi.uji.es](mailto:obelfern@lsi.uji.es)>  
Inmaculada Coma Tany (Univ. de Valencia), <[inmaculada.coma@uv.es](mailto:inmaculada.coma@uv.es)>  
**Lingüística computacional**  
Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo), <[xg@uvigo.es](mailto:xg@uvigo.es)>  
Manuel Palomar (Univ. de Alicante), <[mpalomar@disi.ua.es](mailto:mpalomar@disi.ua.es)>  
**Mundo estudiantil y jóvenes profesionales**  
Federico G. Mon Trotti (ATI), <[gmon@ati.es](mailto:gmon@ati.es)>  
Mikel Salazar Peña (Área de Jóvenes Profesionales, Junta de ATI Madrid), <[mikelbo\\_uni@yahoo.es](mailto:mikelbo_uni@yahoo.es)>  
**Profesión Informática**  
Rafael Fernández Calvo (ATI), <[rfoalvo@ati.es](mailto:rfoalvo@ati.es)>  
Miguel Sarrías Grijó (ATI), <[miguel@sarrias.net](mailto:miguel@sarrias.net)>  
**Redes y servicios telemáticos**  
José Luis Marzo Lázaro (Univ. de Girona), <[joseluis.marzo@udg.es](mailto:joseluis.marzo@udg.es)>  
Juan Carlos López López (UCLM), <[juancarloz.lopez@uclm.es](mailto:juancarloz.lopez@uclm.es)>  
**Robótica**  
José Cortés Arenas (Sopra Group), <[joscortea@gmail.com](mailto:joscortea@gmail.com)>  
Juan González Gómez (Universidad CARLOS III), <[juan@iearobotics.com](mailto:juan@iearobotics.com)>  
**Seguridad**  
Javier Arcilio Bertolin (Univ. de Deusto), <[jabert@deusto.es](mailto:jabert@deusto.es)>  
Javier López Muñoz (ETSI 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), <[falonso.puente@dit.upm.es](mailto:falonso.puente@dit.upm.es)>  
**Software Libre**  
Jesus M. González Barahona (GSYC - URJC), <[jgb@gsyc.es](mailto:jgb@gsyc.es)>  
Israel Hériz Taberner (Universidad Politécnica de Madrid), <[isra@herraz.org](mailto:isra@herraz.org)>  
**Tecnología de Objetos**  
Jesus Garcia Molina (DIS-UM), <[jmolina@um.es](mailto:jmolina@um.es)>  
Gustavo Rossi (LIFIA-UNLP Argentina), <[gustavo@sol.inf.unlp.edu.ar](mailto:gustavo@sol.inf.unlp.edu.ar)>  
**Tecnologías para la Educación**  
Juan Manuel Dodero Beardo (UC3M), <[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)>  
Alonso Álvarez García (TID), <[aaag@tid.es](mailto:aaag@tid.es)>  
**Tendencias tecnológicas**  
Gabriel Martí Fuentes (Interbits), <[gabi@atinet.es](mailto:gabi@atinet.es)>  
Juan Carlos Vigo (ATI) <[juancarlosvigo@atinet.es](mailto:juancarlosvigo@atinet.es)>  
**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**  
Plaza de España 6, 2ª planta, 28008 Madrid  
Tfno. 914029391; fax: 913093685 <[novatica@ati.es](mailto:novatica@ati.es)>  
**Composición, Edición y Redacción ATI Valencia**  
Av. del Reino de Valencia 23, 46005 Valencia  
Tfno. 963740173 <[novatica\\_valencia@ati.es](mailto:novatica_valencia@ati.es)>  
**Administración y Redacción ATI Cataluña**  
Calle Avila 50, 3a planta, local 9, 08005 Barcelona  
Tfno. 934125235; fax: 934127713 <[secretgen@ati.es](mailto:secretgen@ati.es)>  
**Redacción ATI Andalucía** <[secretand@ati.es](mailto:secretand@ati.es)>  
**Redacción ATI Galicia** <[secretgal@ati.es](mailto:secretgal@ati.es)>  
**Subscripción y Ventas** <[novatica\\_subscripciones@atinet.es](mailto:novatica_subscripciones@atinet.es)>  
**Publicidad** Plaza de España 6, 2ª planta, 28008 Madrid  
Tfno. 914029391; fax: 913093685 <[novatica@ati.es](mailto:novatica@ati.es)>  
**Imprenta:** Derra S.A., Juan de Austria 66, 08005 Barcelona.  
**Depósito legal:** B. 15.154-1975 - ISSN: 0211-2124; CODEN NOVACE  
**Portada:** "Contorno natural" - Concha Aizas Pérez / © ATI  
**Diseño:** Fernando Agrestia / © ATI 2003

**editorial**

**En el proceso de cambios en resumen** > 02

**Fin de año en clave optimista** > 02

*Llorenç Pagés Casas*

**noticias de CLEI**

**Resumen del Congreso y de la Asamblea de CLEI 2013** > 03

*Ramon Puigjaner Trepal*

**noticias de CEPIS**

**Francisco López Crespo galardonado con el ICT Professionalism Award** > 03

**noticias de IFIP**

**Reunión del TC1 (Foundations of Computer Science)** > 04

*Jacques Sakarovitch, Joaquim Gabarró Vallés*

**actividades de ATI**

**Entrega del Premio Novática 2012** > 04

**monografía**

**Empresa 2.0: Últimos resultados de I+D**

Editores invitados: *Joaquín Peña Siles, Manuel Resinas Arias de Reyna*

**Presentación. Empresa 2.0: Últimos resultados de I+D en RRHH, Marketing, Comunicación y Software** > 05

*Joaquín Peña Siles, Manuel Resinas Arias de Reyna*

**Estrategia de marketing para el ingreso de la pequeña empresa en las redes sociales** > 08

*Joaquín Martín-Albo Mateos-Aparicio, Coral Calero Muñoz*

**Incidencia de las TIC como estrategia de comunicación en organizaciones culturales** > 15

*Luz Madelén Ramírez Guzmán, Luisa Fernanda Henao Castaño*

**Percepción de valor de marca online en compañías aéreas de low cost.**

**El caso de Vueling, Easyjet y Ryanair** > 18

*Ana María López Fernández, Ángela Escobar Ubrega, Ángel Francisco Villarejo Ramos*

**Los códigos de conducta como elemento facilitador en la difusión de la Web 2.0** > 23

*Salvador Bueno Avila, María Dolores Gallego Pereira, David López Jiménez*

**Un estudio de la confianza inicial hacia el líder de equipos de trabajo virtuales** > 29

*Miguel Guinaliu Blasco, Pau Jordan Blasco*

**Confianza y desconfianza en redes sociales: Detección de trolls** > 34

*F. Javier Ortega, Fermín L. Cruz, José A. Troyano, Carlos G. Vallejo, Fernando Enriquez*

**secciones técnicas**

**Profesión informática**

**Participación de la mujer en Computación: su presencia e influencia en la Universidad Simón Bolívar** > 40

*Rosseline Rodríguez, Soraya Carrasquel*

**Redes y servicios telemáticos**

**VQoS: Una herramienta visual para la evaluación de protocolos de enrutamiento ad hoc** > 48

*Amaia Aguirregoitia, Begoña Blanco Jauregui*

**Tecnologías y Empresa**

**Automatizando la gestión del riesgo tecnológico** > 56

*Santiago Moral Rubio, Juan Manuel Vara Mesa, Marcos López Sanz, Rosa María Quintanar Leal, Esperanza Marcos Martínez*

**TIC y Turismo**

**Sistemas de recomendación basados en grupo para su aplicación en realidad aumentada** > 63

*José L. Leiva Olivencia, Antonio Guevara Plaza, Carlos Rossi Jiménez, Andrés Aguayo Maldonado*

**Referencias autorizadas** > 68

**sociedad de la información**

**Distinciones profesionales**

**Laudatio a Mateo Valero Cortés** > 75

*Francisco Tirado Fernández*

**Discurso de investidura** > 77

*Mateo Valero Cortés*

**Programar es crear**

**El problema de las tablas (Competencia UTN-FRC 2012, enunciado)** > 80

*Julio Javier Castillo, Diego Javier Serrano, Marina Elizabeth Cárdenas*

**El problema de la carrera de autos (Competencia UTN-FRC 2012, solución)** > 81

*Julio Javier Castillo, Diego Javier Serrano, Marina Elizabeth Cárdenas*

**Asuntos Interiores**

**Coordinación editorial / Programación de Novática / Socios Institucionales** > 83

Tema del próximo número:  
"Eficiencia energética en centros de procesos de datos"

Mateo Valero Cortés

*Director del Barcelona Supercomputing Center; Doctor Honoris Causa por la Universidad Complutense de Madrid (2013)*

## Discurso de investidura

A continuación, reproducimos el discurso del agasajado durante la ceremonia de su investidura como Doctor *Honoris Causa* por la Universidad Complutense de Madrid.

Rector Magnífico, Autoridades Académicas, Distinguidos Doctores, Señoras y Señores:

Quiero empezar agradeciendo esta distinción tan valiosa y apreciada, que me otorga vuestra Universidad. El doctorado *Honoris Causa*, es la más alta distinción académica que una Universidad puede conceder y reconozco que lo recibo con una gran alegría y una satisfacción muy especial, por venir de una de las mejores y más antiguas Universidades de España, pionera en nuestro país en muchos aspectos relacionados con la Informática.

Estamos en un acto académico donde se reconocen las actividades docentes e investigadoras de los homenajeados, y es por ello que quiero compartir este extraordinario honor con mis estudiantes de doctorado y con los 400 colaboradores del BSC-Centro Nacional de Supercomputación. Sin ellos, no habría podido hacer investigación ni docencia de calidad.

La Universidad Complutense de Madrid fue pionera en España en muchos aspectos relacionados con la Informática. En los años 60, estableció, a nivel docente, la especialidad de "Cálculo Automático" en sus entonces secciones de Matemáticas y Físicas. En el año 1966, creó el primer centro de cálculo de una Universidad española, con los objetivos claros de apoyo a la gestión, a la docencia y a la investigación en la Universidad.

La Universidad Complutense de Madrid y los profesores e investigadores españoles en temas relacionados con la Informática tuvimos el privilegio de contar con el profesor José García Santesmases. A él le debemos en buena medida lo que la Informática es en estos momentos en España. Fue una persona singular en el establecimiento de la investigación y docencia de los computadores en España, tal como se reconoce en la reseña de su distinción de *Fellow* del IEEE en el año 1973. A él se deben los diseños de los primeros computadores analógicos (1953) y digitales (1973) en España. Y del maestro admiro, también, el que siendo ya catedrático (1946) decidiera marchar a investigar en

instituciones como la Universidad de Cambridge (1949) y la Universidad de Harvard (1950), en donde colaboró con Howard H. Aiken en la construcción del Mark IV.

No tuve la suerte de conocer, y mucho menos de trabajar con el profesor Santesmases. Tal vez, la coincidencia de que él dictó el primer curso sobre Computadores Electrónicos en España, en la Universidad Complutense, el año 1952, que es el año en que nací yo.

Pero sí que empecé a oír hablar de él durante los años en que cursé la carrera de Ingeniero de Telecomunicación, aquí al lado, en la Universidad Politécnica de Madrid. Sin embargo, he tenido la suerte de colaborar desde el año 1974 (que es cuando acabé la carrera y me trasladé a Barcelona, como profesor de la Escuela de Ingenieros de Telecomunicación de la UPC), con muchos profesores ex-alumnos del profesor Santesmases.

Muchos han sido, y espero que sigan siendo más en el futuro. No voy a intentar nombrarlos a todos por miedo a olvidarme de algunos; pero si citaré a los profesores Antonio Vaquero, Francisco Tirado y Román Hermida, profesores de la Universidad Complutense, y a Roberto Moreno, Emilio Luque, Ana Ripoll, Jordi Aguiló y José María Troya, profesores en otras Universidades españolas.

Aunque de vocación Matemático, diferentes circunstancias de la vida me llevaron a estudiar Ingeniería de Telecomunicación aquí en Madrid. Ahí cursé mi primer curso de computadores que impartía mi querido profesor Fernando Sáez Vacas, y que me motivó enormemente en el diseño de los computadores. Ya en Barcelona, mi suerte académica continuó al conocer al profesor Tomás Lang, el cual me permitió profundizar más en el diseño de estos "maravillosos cacharros", y me inició en las tareas de la investigación seria y de alto nivel competitivo.

Desde el año 1980, soy profesor de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Cataluña, y en el año 1983 obtuve una Cátedra de Arquitectura de Computadores. Eran los años en que la Facultad de Informática de la UPC empezaba a admitir alumnos de segundo ciclo; yo era el único profesor con dedicación en exclusiva, y se abría un futuro incierto, pero emocionante.

He de manifestar que estoy satisfecho y orgulloso de las actividades desarrolladas desde esa posición con la ayuda de muchos colaboradores, muchos de ellos presentes en esta sala. Mis casi 50 doctorandos directos, junto con los doctorandos de éstos, totalizan más de 600 personas. Muchos de ellos son catedráticos en varias Universidades españolas y extranjeras, o bien ocupan puestos de responsabilidad en centros de investigación de todo el mundo. Entre todos, y con la ayuda de otros profesores e instituciones, hemos creado una escuela de Arquitectos y Programadores de Computadores y de Supercomputadores española, reconocida a nivel mundial.

Por todo ello, he de decir, una vez más, que he sido una persona afortunada en mi vida profesional. He dedicado casi 40 años a la docencia, gestión e investigación en la Universidad. Y lo he hecho desde el convencimiento de que los verdaderos profesores universitarios, los que tenemos vocación, somos personas privilegiadas. Nos dedicamos a trabajar en aquello que nos gusta. En mi caso, además, la sociedad me ha devuelto mucho más de lo que yo le he dado. Reitero: me siento afortunado.

Y uno de los muchos aspectos satisfactorios es el haber podido colaborar en temas de docencia, gestión e investigación, con profesores como Francisco Tirado. Lo conocí hace más de 30 años y desde entonces, nuestra colaboración ha sido excelente y fundamental para que nuestros grupos de trabajo crecieran y se dedicaran a actualizar constantemente los contenidos de los cursos, así como a establecer líneas de investigación que nos permitieran, junto con otros profesores españoles, situar a España a nivel mundial en materia de enseñanza e investigación universitaria en Informática.

La Informática, los computadores, las telecomunicaciones, son las tecnologías que mayores cambios positivos han producido en nuestra sociedad. Lo han hecho en poco más de 50 años. Y todavía, lo mejor y más espectacular está por llegar.

Dentro de la Informática, nuestra especialidad es la de arquitectura de los computadores; es decir, profesionales que proponemos ideas para construir esos "increíbles cacharros" que nos permiten realizar mejor inves-

tigación, mejorar la competitividad de las empresas, tener un mayor y más rápido acceso a la información, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y diversificar nuestro ocio. Somos los que diseñamos los futuros computadores, desde los que incorporan los teléfonos móviles, hasta los que se usan en la informática doméstica, en las tabletas, en los videojuegos y en los supercomputadores más potentes del mundo.

Como saben ustedes, hace más de 60 años, se descubrió el efecto transistor. El transistor es el verdadero protagonista de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones. Pensado inicialmente para amplificar señales, su uso en el diseño de computadores no se hizo esperar. Los avances tecnológicos en la integración de los transistores sobre pequeñísimas bases de silicio, han permitido desde su aparición, reducir su tamaño a la mitad cada menos de dos años. Debido a ello, en la actualidad, los chips contienen unos pocos miles de millones de transistores integrados en menos de 6 centímetros cuadrados de silicio.

Los arquitectos de computadores usamos los transistores como "ladrillos básicos" para diseñar estos "increíbles cacharros". Durante muchos años, hemos aprovechado los avances en la integración de los transistores en los chips para diseñar máquinas cada vez más potentes, más pequeñas y baratas, y energéticamente sostenibles. La velocidad de los procesadores, se ha multiplicado en varios millones de veces en los últimos 40 años.

Desde hace unos pocos años, los arquitectos nos hemos topado con barreras, como son el aumento de la potencia necesitada, y la necesidad de disipar el calor generado por los circuitos, que no nos permiten continuar fabricando procesadores más y más rápidos. Parece que hemos alcanzado un límite en la velocidad de los procesadores individuales.

La buena noticia es que la tecnología va a permitirnos continuar con la reducción del tamaño de los transistores durante todavía, unos pocos años más, de forma que cuando se llegue al límite práctico, seremos capaces de integrar unas pocas decenas de transistores en el espacio que hoy ocupa un sólo transistor. Debido a ello, y desde hace aproximadamente 10 años, los arquitectos de computadores empezamos a integrar más de un procesador en un mismo chip, dando lugar a los chips denominados "*multicore*".

Al final de la miniaturización de los transistores, de aquí a poco más de 10 años, existirán chips que en menos de 6 cm<sup>2</sup> contendrán centenares de procesadores y cientos de miles de millones de transistores y, con una gran cantidad de memoria dentro de ellos.

Debido a este desenfrenado proceso de desarrollo, hoy existen "chips", con velocidades superiores al Teraflop (un billón de operaciones por segundo, sobre números codificados en coma flotante), es decir, son más rápidos que el supercomputador más rápido del mundo de hace tan sólo 12 años.

Dentro de 10 años, uno sólo de estos chips será más rápido que el primer supercomputador Marenstrum del Barcelona Supercomputing Center, que en el año 2004, con una velocidad de 42 Teraflops, se convirtió en el número 4 del mundo. Estas impresionantes potencias de cálculo estarán muy pronto en los computadores personales, de forma que ayudarán a desarrollar la Ciencia y la Ingeniería a niveles nunca vistos.

También diseñaremos video consolas y pantallas gráficas que, junto con los avances en la velocidad de las redes de comunicación y en la creciente capacidad para almacenar información binaria, y junto con algoritmos eficientes para obtener conocimiento de toda esa enorme cantidad de información que produciríamos, nos harán pensar a algunos de nosotros, que tal vez nacimos demasiado pronto.

Y todo esto será posible usando la tecnología actual, basada en el Silicio; es decir, en la arena de las playas. Pero esta tecnología del silicio está llegando a su fin de ciclo; en breve aparecerán nuevas formas de diseñar máquinas binarias con tecnologías tales como los nanotubos de carbono o el grafeno, y aparecerán otras formas nuevas de computación como la computación cuántica, la computación molecular, la computación óptica o las basadas en el uso del DNA. El futuro de la "computación del futuro", es francamente espectacular.

Desde los orígenes de la Informática los arquitectos de computadores hemos diseñado máquinas que contienen varios procesadores a los que se les hace colaborar en la ejecución de un mismo programa. A las más rápidas, se les denomina supercomputadores.

Estas máquinas están siendo fundamentales para el avance de la Ciencia y la Ingeniería, y juegan un papel similar al que representaron las Matemáticas como soporte básico al desarrollo de la Física durante los dos últimos siglos.

En la actualidad, hay supercomputadores que contienen más de un millón y medio de procesadores. Durante los últimos 30 años, las velocidades de estas supermáquinas se han multiplicado por 1.000 cada 10 años, de forma que en la actualidad, el supercomputador más rápido del mundo alcanza una velocidad cercana a los 30 Petaflops; es

decir, 30 veces 10<sup>15</sup> operaciones por segundo, y esperamos construir supercomputadores que superen la barrera del Exaflops, es decir, 10<sup>18</sup> operaciones por segundo alrededor del año 2020, con millones de procesadores; trabajando conjuntamente y en paralelo.

Estas extraordinarias máquinas ayudarán a que exista una medicina personalizada, a aumentar la calidad de vida, a desarrollar energías más ecológicas, a diseñar aviones más seguros y menos contaminantes, y a ejecutar modelos globales de la Tierra que nos ayuden a conservarla mejor.

Y para diseñar y utilizar de manera óptima los próximos chips, con centenares de procesadores integrados, y estos super-computadores con centenares de millones de procesadores, hemos de formar a los alumnos y doctorandos en temas de aplicaciones, algoritmos y métodos de programación en paralelo.

Debemos, pues, adaptar continuamente los contenidos de nuestros programas docentes. También necesitamos crear grupos de investigación multidisciplinarios que cubran desde las aplicaciones a resolver, hasta el desarrollo de las tecnologías necesarias. Necesitamos que nuestras Universidades formen a ese tipo de licenciados o ingenieros para los próximos años, que no sólo sean expertos en sus respectivos campos de especialización, sino que sepan comprender y trabajar con colegas de campos o áreas diferentes.

Necesitamos flexibilizar nuestros estudios, crear estudios multidisciplinarios... llevando al extremo lo que la Universidad Complutense empezó a hacer hace 50 años, al crear los estudios de Informática en uno de sus entornos naturales como eran las carreras de Matemáticas y Física.

Necesitamos extender ese entorno. La Informática, es una disciplina horizontal que ha de ser asimilada a cierto nivel por todos los ingenieros y científicos. Sin Informática, no hay avances. Necesitamos que los profesionales en computación se eduquen y colaboren junto con ingenieros, científicos, economistas, biólogos... en un ecosistema apropiado que fomente el intercambio libre de ideas y de conocimientos.

Reconocemos que los profesores de la Escuela de Informática de la UCM y de otras Escuelas, hemos adaptado desde hace tiempo nuestros contenidos docentes para que nuestros alumnos conozcan las tecnologías hardware y software asociadas a los computadores paralelos y sus aplicaciones. Debemos dotar a nuestros alumnos e investigadores de máquinas paralelas apropiadas, tal como hizo esta Universidad hace años al

establecer su primer centro de cálculo en una universidad española.

Me gustaría decirle al profesor Tony Hoare que estoy orgulloso de recibir esta distinción junto a él<sup>1</sup>. El profesor Hoare ha hecho contribuciones pioneras a nivel mundial en el campo de los algoritmos (como el Quicksort), en el de la lógica y en el de los lenguajes de programación con la propuesta del CSP, que fue la base para el desarrollo del OCCAM. Este lenguaje de programación es el que se implementó en los procesadores Transputers, que nuestro grupo empezó a utilizar en el año 1984, cuando adquirimos la primera máquina paralela con 64 procesadores Transputers. OCCAM constituyó la base para el desarrollo de algunos de los modelos de programación usados hoy en día para programar los supercomputadores.

Pero la Universidad, también ha de producir investigación de alta calidad. La investigación es uno de los motores más importantes que tiene un país para ser competitivo y producir riqueza. Sin investigación no hay ideas, sin ideas no hay empresas competitivas, sin empresas competitivas un país no produce riqueza y, sin riqueza, no hay bienestar social. Y para crear esas ideas, se necesita un entorno adecuado en el que las administraciones, las empresas y los investigadores vayamos en la misma dirección.

En definitiva, se cumple aquello de que: "no son los países más ricos los que dedican más dinero a la investigación, sino que aquellos países que dedicaron más dinero a la investigación son ahora los países más ricos". La investigación es una apuesta clara de futuro para los países que quieren estar en la élite mundial.

Tenemos que convenir que la investigación realizada en la Universidad española ha mejorado muchísimo en los últimos 30 años. Se ha comprobado que cuando las administraciones dedican los recursos necesarios, los profesores universitarios, y los investigadores en general, somos muy eficientes en convertir el dinero que nos asignan, en ideas que se publican en las mejores revistas y congresos científicos del mundo. Pero también es una realidad que nuestro país no destaca por convertir esas ideas brillantes en productos competitivos que se distribuyan por el tejido industrial.

Necesitamos una mayor colaboración entre las empresas y los investigadores. Necesitamos potenciar aún más, en nuestras universidades la formación orientada a estimular el espíritu emprendedor de nuestros licenciados e ingenieros.

Necesitamos que nuestros gobiernos dediquen más dinero a la educación, desde los

colegios de primaria hasta la Universidad, así como más recursos estables para la Investigación. Una buena educación es la base para la igualdad de oportunidades. Creemos que siempre, pero en especial en tiempos de crisis como los actuales, se deben de incrementar los recursos para la investigación, tal como hacen países como Estados Unidos, Alemania, Finlandia o China. Necesitamos mejores escuelas, colegios, universidades y centros de investigación.

Somos conscientes de que el reparto de los presupuestos es siempre un problema difícil de resolver, y estamos de acuerdo con la idea de que la primera prioridad de un país es ayudar a los más necesitados. Pero también diremos que la buena formación e investigación son el camino más directo para salir cuanto antes, y además fortalecidos, de esta crisis que nos afecta.

Creemos que es fundamental que nuestros parlamentarios acuerden un Pacto para la Ciencia, el cual tendría que ser compartido por los empresarios, y debería contemplar un compromiso duradero para dedicar los recursos económicos necesarios, así como seleccionar los temas en los que queremos y podemos ser líderes en un mundo globalizado.

Para finalizar, agradezco a la Facultad de Informática de la UCM la iniciativa de presentar mi candidatura por parte del anterior Decano Prof. Román Hermida y el actual Prof. Daniel Mozos; de manera muy especial a mi querido amigo el profesor Francisco Tirado, a los profesores que se sumaron a esta iniciativa; a todos los miembros de la Junta de Centro, que con su voto favorable hicieron realidad la presentación oficial de la candidatura: así como al Consejo de Gobierno de la Universidad por la aprobación de este Honoris Causa.

Quiero daros las gracias a todos, a los de aquí de Madrid y a los que habéis venido desde otras ciudades españolas y quiero decirle, querido rector, que mis colaboradores y mi familia estamos muy contentos y agradecidos por este reconocimiento que vuestra Universidad nos ha otorgado.

Muchas gracias.

### Nota del Editor:

<sup>1</sup> Tanto la *Laudatio* de la investidura de Tony Hoare a cargo de Ricardo Peña Marí, <<http://www.ati.es/novatica/2013/222/Nv222-24.pdf>>, como el discurso de investidura del profesor Hoare <<http://www.ati.es/novatica/2013/222/Nv222-26.pdf>> fueron publicados en Novática nº 222 y se encuentran disponibles en abierto para todos nuestros lectores.