



XACOBEO 2010  
Galicia



CESGA  
Decembro 2009

# díxitos

NOVAS DO CENTRO DE SUPERCOMPUTACIÓN DE GALICIA



ASOCIACIÓN  
XACOBEO 2010 GALICIA



XUNTA DE GALICIA  
CONSELLEIRO DE  
TECNOLOXÍA E INNOVACIÓN



FEDER

PROGRAMA OPERATIVO DE  
DESENVOLVEMENTO ECONÓMICO



## DIRECCIÓN

Javier García Tobío

## COORDINACIÓN

Fernando Bouzas Sierra

## REDACCIÓN

María Piñeiro González

## COLABORACIÓN

**M<sup>a</sup> Elena Vázquez Cendón**

**Jacobo de Uña Álvarez**

**Javier López Cacheiro**

**Ramón Doallo Biempica**

## PORTADA E GRAFISMO

Elena Botana Conde

## MAQUETACIÓN

Growcom S.L.

## FOTOMECAÍNICA E IMPRESIÓN

Artes Gráficas Litonor S.A.L.

## DEPÓSITO LEGAL

C-1604-1998

## ISSN

1139-563X

## EDITA

FUNDACIÓN CESGA

Avenida de Vigo s/n (Campus Sur)

15705 Santiago de Compostela

Teléfono 981 569 810

Fax 981 594 616

dixitos@cesga.es

## CONTIDOS

**2-3** Novas.

**4-5** CESGA: Ferramentas para a ciencia. Usuarios.

**6-7** Entrevista: José Duato, Grupo Arquitecturas Paralelas, UPV.

**8-9** Resumo: CESGA Summer School.

**10** Auga e Matemáticas

**11** UROVESA, deseño en automoción

**12** CESGA: portal de accounting para EGEE.

**13** Xornadas Paralelismo Españolas-Workshop GHPC.

**14-15** Predición de pragas de gasterópodos.

# Recoñecemento da industria ao traballo investigador do CESGA



José Carlos Mouriño Gallego, en representación do grupo de investigación, recolle o premio durante a cerimonia celebrada en setembro no MOMA de San Francisco, California.

A Itanium® Solutions Alliance outorgou a investigadores, usuarios e técnicos do CESGA o "ITANIUM INNOVATION AWARD 09" na categoría de "Aplicacións de Computación Intensiva" polo uso feito do supercomputador Finis Terrae para analizar problemas de computación electromagnética masivos (500 millóns de incógnitas) e con aplicacións de interese para a mellora do deseño industrial. O traballo realizouno o grupo HEMCUVE de electromagnetismo computacional, composto por investigadores do CESGA e as Universidades de Vigo e Extremadura. Empregáronse servidores HP Integrity, executándose sobre 1024 procesadores Intel® Itanium en paralelo e 6TB de memoria, co que se conseguiu así unha solución que é primeira na súa clase. Os investigadores aplicaron unha extensión do Fast Fourier Transform do convencional FMM, coñecida como FMM-FFT, que reduce drasticamente a complexidade de FMM, preservan-

do a súa escalabilidade en paralelo. Conséguese así un alto rendemento dos supercomputadores de arquitectura paralela como o Finis Terrae. A enorme escalabilidade do algoritmo desenvolvido fai viable a simulación electromagnética para industrias como a aeroespacial, naval, automoción ou biomedicina. Este galardón significa o recoñecemento da industria a escala mundial, xa que, entre os membros da Alianza, se encontran corporacións como Bull, Fujitsu, Siemens, Hitachi, HP, Intel ou Microsoft e entre o xurado, destacados membros da industria como Sverre Jarp, director de tecnoloxía do CERN Openlab, ou Michelle Pierce, xefe de produto de Mainframe Migration Alliance de Microsoft. Os criterios de selección dos traballos presentados desde 14 países e dos 5 continentes, baseáronse na dificultade do reto computacional presentado, os resultados producidos e a orixinalidade da proposta.

✚ información:

[http://www.itaniumsolutions.org/itanium\\_innovation\\_awards](http://www.itaniumsolutions.org/itanium_innovation_awards)





Inauguración das xornadas técnicas de RedIRIS.

# RedIRIS Nova

## mellorará o labor dos científicos

As Xornadas Técnicas **RedIRIS 09** celebráronse en Santiago de Compostela

As Xornadas Técnicas de RedIRIS celebráronse este ano na Facultade de Ciencias da Comunicación en Santiago de Compostela, entre os días 25 e 27 de novembro, precedidas polos Grupos de Traballo os días 23 e 24. Unhas xornadas que, este ano e malia as dificultades económicas, se presentaron baixo o bo signo do nacemento de RedIRIS Nova, un proxecto de des-

pregamento dunha rede de fibra escura para España, que permitirá adaptar a actual RedIRIS á crecente demanda de conectividade dos investigadores españois para realizar os seus proxectos. O Ministerio de Ciencia e Innovación destinará máis de 138 millóns de euros entre 2009 e 2013, compartindo o gasto nas comunidades con fondos FEDER a través do programa Economía Baseada no Coñecemento. Grazas a RedIRIS Nova, RedIRIS abandonará o actual modelo de alugueiro de capacidade de transmisión e pasará a dispoñer dunha

rede de fibra escura similar ás outras redes académicas europeas ou á norteamericana. Terá moita máis capacidade de transmisión, que poderá ser posta a disposición dos seus usuarios para unha utilización "máis áxil, flexible e eficiente dos recursos dispoñibles", segundo o Ministerio. O proxecto implica a contratación e infraestrutura de fibra escura e do equipamento necesario para a súa posta en funcionamento no período 2009-2013. A RedIRIS conta con máis de 350 institucións académicas e de investigación afiliadas, que agrupan a máis de 150.000 investigadores e aproximadamente 2 millóns de usuarios potenciais.

✚ información:  
<http://www.rediris.es/jt/jt2009/>

O presidente da Xunta de Castela-León e outras autoridades no CPD do Caléndula durante a inauguración oficial

## Nace Caléndula

### o novo supercomputador de Castela-León

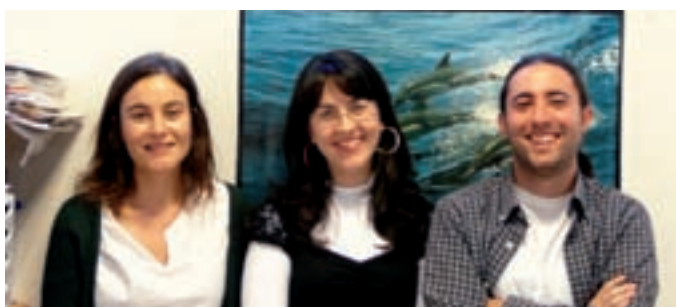
Un novo e potente supercomputador súmase aos xa existentes en España. Chámase CALÉNDULA e encóntrase no Centro TIC de Recursos para a Aprendizaxe e a Investigación (CRAE-tic) na Universidade de León. 2856 núcleos de procesadores Intel Xeon, situados nun clúster de servidores HP, con 35 Tflops de capacidade de cálculo, convérteno na segunda máquina máis potente das instaladas en España. Ademais, conta cun sistema clúster para a visualización científica de altas prestacións único en España. Tanto o consumo de electricidade coma o impacto da máquina sobre o medioambiente foron estudados a fondo, de xeito que Caléndula é un dos supercomputadores máis eficientes en canto a aforro enerxético.

O pasado 30 de outubro, o presidente da Xunta de Castela-León, Juan Vicente Herrera acompañado polo presidente de HP Española, José Antonio de Paz e outras representantes empresariais, políticos e académicos, inauguraron o novo Centro, reiterando o seu apoio ao desenvolvemento do coñecemento.

Científicamente poderase empregar en xenómica compensada e funcional, proteómica funcional e metabólica, análise tridimensional de compostos biolóxicos e fármacos, cálculo do comportamento de materiais almacenados en silos con métodos numéricos ou o desenvolvemento de modelos de utilización de nutrientes.

<http://www.fcsc.es/>

**INTELIXENCIA ARTIFICIAL**



Investigador:  
**Ana Belén Porto Pazos**  
 Organización:  
**Universidade da Coruña. Facultade de Informática**  
 Área:  
**Tecnoloxías da Información e das Comunicacións.** Ciencias da Computación e Intelixencia Artificial.  
 Grupo: **RNASA-Redes de Neuronas Artificiais e Sistemas Adaptativos.**  
 Creación: O grupo RNASA é de 1993. O noso subgrupo creouse en 2007 e fórmano 3 investigadores da Universidade da Coruña e 1 do European Center for SoftComputing.  
**Colaboracións:**  
 Instituto de Neurobioloxía Ramón e Cajal do CSIC (Madrid). European Center for SoftComputing (Mieres, Asturias)

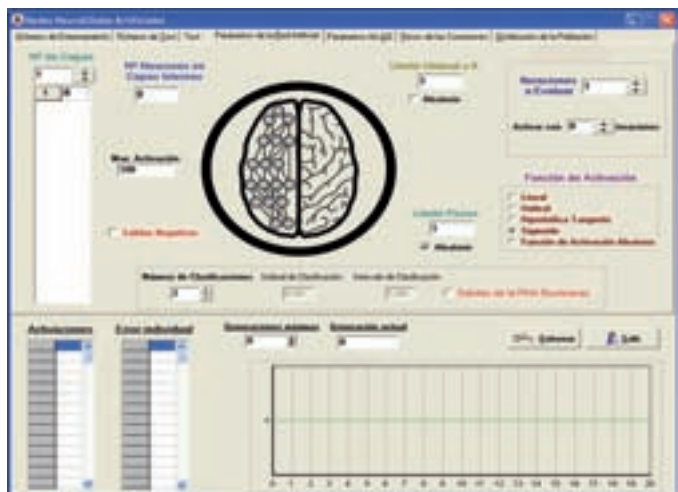
Noha Veiguela Blanco, Ana Belén Porto Pazos e Pablo Mesejo Santiago

que non implementan certas capacidades das neuronas biolóxicas, ben á non inclusión nas redes artificiais doutros elementos diferentes ás neuronas que tamén participan no procesamento da información nos sistemas biolóxicos. Este último suposto viuse reforzado polos descubrimentos das últimas décadas no campo da neurociencia. Tratamos de incorporar novos elementos aos sistemas conexionistas que simulen máis fielmente o funcionamento do sistema nervioso e iso lles permita procesar mellor a información, axudando á resolución dos problemas de modo máis eficiente.

<http://sabia.tic.udc.es>

**Relación co CESGA:**  
 iníciase no ano 2007. Utilizamos SVG e Finis Terrae, cunha aplicación propia desenvolvida en linguaxe C.

**Liñas de investigación:**  
 Redes de neuronas artificiais, computación evolutiva, modelos computacionais do sistema nervioso. Partimos de que as limitacións existentes nos Sistemas Conexionistas actuais poden deberse, ben a



Ferramenta de simulación desenvolvida polo propio grupo para a investigación en Sistemas Conexionistas.

**IMAXE 3D ADENOVIRUS**



Investigadora:  
**M<sup>a</sup> Carmen San Martín Pastrana**  
 Organización:  
**Centro Nacional de Biotecnoloxía (CSIC)**  
 Área: **Departamento de Estrutura de Macromoléculas**  
 Grupo: **Biología Estructural (Procesamento de imaxe)**  
 Creación:  
 Xaneiro 2007. 4 membros do CSIC e Universidade Autónoma de Madrid.  
**Colaboracións:**  
 Universidade de Alabama en Birmingham; Princeton University; Brookhaven National Laboratory; Universidade Autónoma de Madrid.

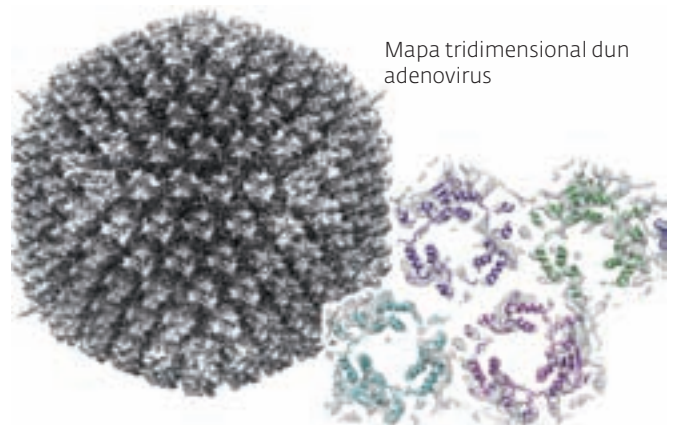
Samuel Martín Rodríguez, María López Sanz, Carmen San Martín Pastrana, Rosa Menéndez Conejero (sentada), Ana Joaquina Pérez Berná. Grupo de investigación de Imaxe 3D de adenovirus

**Liñas de investigación:**  
 Procesamento de imaxe en bioloxía estrutural. O noso obxectivo global é a análise estrutural detallada da ensamblaxe da cápsida de adenovirus. Usamos como metodoloxía principal a crio-microscopía electrónica tridimensional, obtendo conxuntos de imaxes do virus, que máis tarde se clasifican e combinan nun mapa tridimensional. Para chegar á máxima resolución posible débense analizar grandes conxuntos de imaxes (decenas de miles). Este proceso é computacionalmente demandante, tanto en horas de cálculo, como de memoria ou de almacenamento en disco, de aí o

noso uso de Finis Terrae. A infección por adenovirus é común en seres humanos, sen gran relevancia clínica en xeral, agás en pacientes inmunodeprimidos. Por outro lado, existe un amplo campo de investigación sobre o posible uso de adenovirus como vector terapéutico, de forma que a capacidade de infectar do virus se traduza nun beneficio para o paciente ben sexa mediante transferencia de xenes, vacinación ou eliminación selectiva de células tumorais. Debido a esta relación dual respecto dos humanos (como axente tanto patóxeno coma terapéutico), un coñecemento detallado da arquitectura e morfoxénese do virus é fundamental para o desenvolvemento de drogas anti-adenovirales e tamén para o deseño de vectores terapéuticos eficaces.

<http://www.cnb.uam.es/content/research/macromolecular/sanmartin>

**Relación co CESGA:**  
 Desde 2008, utilizamos o Finis Terrae, con software de desenvolvemento propio ou doutros laboratorios de investigación (non comercial).



Mapa tridimensional dun adenovirus



## DINÁMICA NON LINEAL DE FLUXOS XEOFÍSICOS



Carolina Mendoza Parra, investigadora do Instituto de Ciencias Matemáticas, CSIC.

Terrae é fundamental porque necesitamos moitas CPUs e unha gran cantidade de memoria compartida para facer fronte á gran cantidade de datos. Os resultados permítenos entender mellor os mecanismos de transporte na superficie do océano e o seu impacto na formación de barreiras e eddies.

<http://ifisc.uib-csic.es/oceantech/fichaOutput.php?idOutput=48>

### Relación co CESGA:

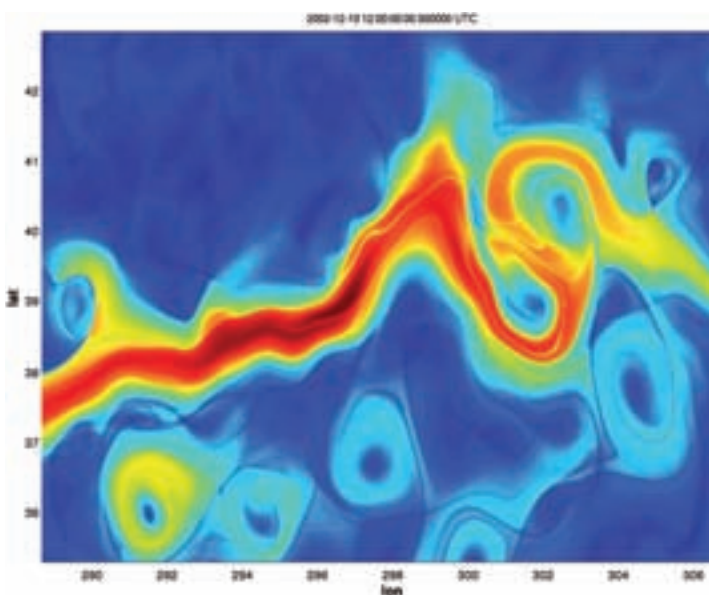
Como grupo desde 2003. Utilizamos o Finis Terrae cunha aplicación propia coa que estamos a verificar a potencia predictiva dun novo concepto matemático que xeneraliza a idea de punto de equilibrio, no marco dos procesos de advección do océano. Participamos en Proxectos conxuntos co CESGA na Plataforma Computing de CONSOLIDER IMATH.

Figura calculada en Finis Terrae, na que se mostra a integración do fluído na corrente do golfo para o día 10 de decembro de 2002.

Investigadora:  
**Carolina Mendoza Parra**  
Organización:  
**CSIC. Instituto de Ciencias Matemáticas**  
Área: **Análise Matemática, Ecuacións Diferenciais e Aplicacións**  
Grupo: **Mecánica de Flúidos e Ecuacións Diferenciais**  
Creación: 2003. 2 membros do CSIC  
**Colaboracións:**  
IFISC (CSIC), Instituto de Ciencias do Mar (CSIC), Department of Atmosphere and Ocean Sciences, UCLA, Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics, OU. Cambridge

### Liñas de investigación:

Mecánica de fluídos computacional, sistemas dinámicos, aplicacións oceanográficas e inestabilidades en fluídos. Integramos e interpolamos datos reais de velocidades oceánicas tomadas por satélites altimétricos. Introducimos unha ferramenta para obter unha aproximación á descrición dun fluído Lagrangiano na superficie do mar. O Finis



## FÍSICA DA ATMOSFERA E DO OCÉANO



Juan Antonio Añel Cabanelas.  
EPhysLab

continente sudamericano, oscilacións atmosféricas de baixa frecuencia, interacción atmosfera-océano, acoplamento troposfera-estratosfera, dinámica e modelización da tropopausa, fontes de humidade, weather types, paleoclimatoloxía, reconstrución de series climáticas, dinámica de fluídos computacional, hidrodinámica costeira e estuárica, interacción entre ondada e estruturas costeiras, afloramento costeiro, tendencias en temperatura da superficie mariña (SST), interacción entre índices atmosféricos e SST a escala rexional, circulación termohalina, variabilidade na precipitación e descarga fluvial.

<http://ephyslab.uvigo.es>

### Relación co CESGA:

Utilizamos os servizos de HPC do CESGA para resolver problemas de modelización atmosférica e oceánica que necesitan de recursos computacionais extremadamente esixentes en horas de cálculo, número de CPUs, memoria ou espazo de almacenamento en disco. Empregamos tanto códigos propios como de terceiros que adecuamos en cada caso ao problema. Ademais recibimos asesoramento e axuda do persoal técnico do CESGA durante a compilación e execución de aplicacións.

Actualmente levamos a cabo no FinisTerrae un Reto Computacional: «Modelización da Variación Climática da Tropopausa con Alta Resolución»

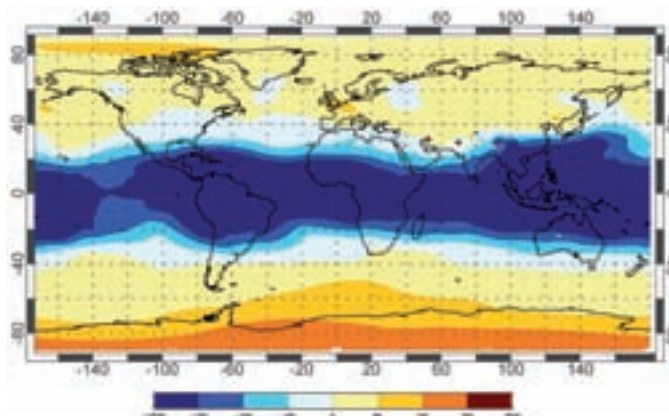
<http://ephyslab.uvigo.es/retocesga>

Investigador:  
**Juan Antonio Añel Cabanelas**  
Organización:  
**EPhysLab, Facultade de Ciencias de Ourense, Universidade de Vigo**  
Área: **Física da Atmosfera e do Océano** Grupo: **EPhysLab, Física da Atmosfera e do Océano**  
Creación: 1998  
**Colaboracións:** U. da Coruña, U. Complutense de Madrid, U. de Extremadura, U. Pablo de Olavide, U. de Barcelona, U. de Aveiro (Portugal), U. de Lisboa (Portugal), MeteoFrance (Francia), U. of Manchester (Reino Unido), U. of Heidelberg (Alemaña), Centro Lídar de Camagüey (Cuba), U. de Costa Rica (Costa Rica), U. de Sao Paulo (Brasil), Russian Research Institute for Hydro-meteorological Information -World Data Center (Rusia), Johns Hopkins University (EUA), National Center for Atmospheric Research (EUA)

### Liñas de investigación:

Meteoroloxía sinóptica, validación climática de modelos conceptuais, diagnóstico do clima e predición climática, índices de cambio climático, modelización climática, impactos do clima, extremos climáticos, climas rexionais no

Saída dun modelo climatolóxico



**ENTREVISTA José Duato Marín**, director do Grupo de Arquitecturas Paralelas da Universidade Politécnica de Valencia, GAP, é un investigador pouco convencional. Seguindo enfoques que descartan as solucións existentes e propoñendo outras novas, a miúdo encontrouse con críticas e sen apoio. Non obstante, a súa impresionante actividade na transferencia de resultados á industria e varias patentes (entre outras Xmorph, RXS, BFC e AFC, desenvolvidas con IBM) así como o desenvolvemento de técnicas adoptadas xa pola industria, fan que o tempo lle dea razón.



«**Lideramos, podemos desenvolver tecnoloxía e estandarizamos**»

**José Duato** leva 20 anos investigando en redes de interconexión. Hoxe en día está considerado como unha das voces máis autorizadas.

**P. Por que seguir liñas de investigación que ninguén se atreveu a seguir?**

R. Porque ten que haber polo menos unha serie de investigadores que sexan os que, de forma incremental, desenvolvan e consoliden certas tecnoloxías. Pero ten que haber outros que desenvolvan camiños que os demais non consideraron porque así evitaremos caer en óptimos locais. Nós saímos do mínimo local e buscamos outras alternativas que poden dar lugar a óptimos globais ou a óptimos locais mellores. Optimalidad en termos de prestacións, custo, fiabilidade, consumo de enerxía. Pero é un camiño que esixe moita IMAXINACIÓN.

**P. A transferencia á industria é clave na investigación. Como se chega a ser parte da toma de decisións?**

R. Foi un longo camiño: Nunha primeira etapa foi unha relación bilateral, establecendo convenios de colaboración. Logo pasamos a facer contactos con consorcios de empresas, porque o teu mercado se ampla e as posibilidades de éxito na transferencia tamén.

O primeiro consorcio co que contactamos foi INFINIBAND, pero non conseguimos formar parte do Technical Working Group (TWG), que é quen toma as decisións sobre o futuro da tecnoloxía. Intentámolo despois con

ADVANCED SWITCHING e chegamos máis lonxe, pero a tecnoloxía morreu e o consorcio desfíxose.

O terceiro intento foi con HYPER-TRANSPORT. Entramos como membros do consorcio, facemos achegas e estamos no TWG con voz pero sen voto. Podemos vixiar os desenvolvementos. Ademais conseguimos que un consorcio pasivo se volvese activo ao constituír o Advanced Technology Group (ATG), do cal son o voceiro. Así pois, podemos desenvolver tecnoloxía dentro do consorcio e estandarizala despois. Imos ver ata onde podemos chegar. Pero o futuro véxoo moi claro: As empresas cada vez van necesitar



máis das redes de interconexión e aí imos estar nós para dar solucións.

**P. En HPC, as GPUs estanse a admitir como unha posibilidade. Hai algún desenvolvemento en redes de interconexión así de radical?**

R. A GPU é unha arquitectura do ano 68, que tras varios intentos comerciais, se implantaron como arquitectura dentro dun chip para aplicacións gráficas. Agora ten visto que teñen outra aplicación máis xenérica como co-procesadores e hai un boom. Pero o problema é que a comunicación entre o procesador (e a súa memoria) e eses chips gráficos foi deseñada para aplicacións gráficas e non está optimizada para aplicalo como acelerador para cálculos numéricos. Eu non descartaría que os fabricantes (NVIDIA e AMD) desenvolvan versións que estean máis optimizadas para utilizalos como acelerador, con cambios importantes como cambiar a interface, que en vez de ser PCI Express poida ser por exemplo HYPERTRANSPORT. Será unha interface de máis baixa latencia con memoria compartida, máis doada de utilizar para o programador. A linguaxe CUDA require un movemento explícito de datos entre a memoria principal e a memoria da tarxeta gráfica, facendo as aplicacións máis difíciles de desenvolver e optimizar. E non hai garantía da súa lonxevidade. A interconexión é o aspecto clave, porque é nos modelos de programación onde hai que facer un grande esforzo buscando arquitecturas máis axeitadas para que os desenvolvementos con aceleradores gráficos ou doutros tipos teñan maior lonxevidade.

**P. Que cambios veremos no deseño das redes de interconexión nos próximos anos?**

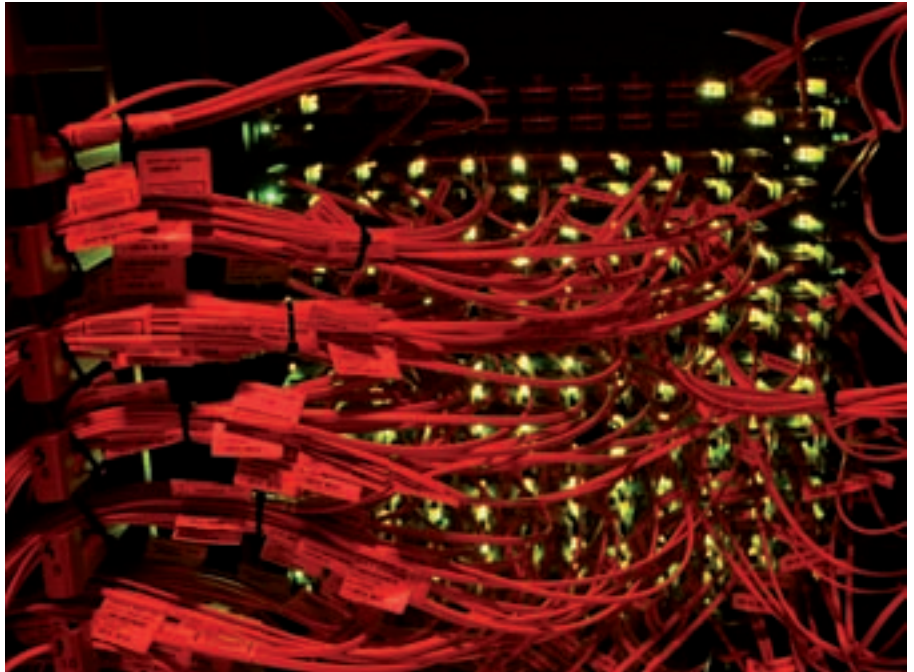
R. Veremos novos ámbitos de aplicación. A nivel académico estase a falar xa de redes dentro do chip, pero creo que vai haber outro nivel: **as redes dentro do substrato**. Dentro do chip de cada microprocesador haberá unha rede de interconexión, pero pódense reducir custos a base de poñer múltiples chips máis pequenos nun substrato de silicio, polo que haberá outra rede de interconexión para conectar os múltiples chips.

O outro gran cambio é que **a rede pase a ser un elemento determinante da**

«As empresas cada vez van necesitar máis das redes de interconexión e aí imos estar nós para dar solucións»

◆información

Entrevista completa en [www.cesga.es](http://www.cesga.es)  
<http://www.gap.upv.es/~jduato/>



«O gran cambio vaise producir na utilización da tecnoloxía, un cambio de modelos»

**arquitectura global de máquina.**

Abandonar paulatinamente as arquitecturas de paso de mensaxes e ir migrando a arquitecturas de memoria compartida soportadas por novas redes de interconexión de mellores prestacións: máis baixa latencia, máis ancho de banda...

**P. E que grandes cambios veremos na tecnoloxía?**

R. Os grandes cambios non van estar na tecnoloxía, que permanecerá, porque o investimento na CMOS e nas plantas de fabricación é tan descomunal que necesitaríamos polo menos unha década de investimen-

tos noutras tecnoloxías para chegar a igualalo en custo-prestacións. Nin se plantexa de momento.

O GRANDE CAMBIO SERÁ NA UTILIZACIÓN DA TECNOLOXÍA, un cambio de modelos. En computación empézase a falar de CLOUD COMPUTING, pagamento por servizo de execución remota. É un **modelo de mercado** radicalmente diferente ao existente, (comprar equipos ou licenzas e pagar aínda que non os uses) porque se descargarán baixo demanda aplicacións pagando só o que se use. Iso leva ao cambio no **modelo de utilización**: sen aplicacións locais senón executadas remotamente nun servidor, accedendo por diferentes terminais, teléfono móbil, pda, portátil, etc. Google, por exemplo, está a apostar moi forte polo Cloud Computing no seu novo sistema operativo: un núcleo moi básico, un navegador e aplicacións que seguirán este **modelo de execución de forma remota en servidores**. Significará tamén un **cambio de coñecemento**, porque será máis doado de usar, con interfaces moi sinxelos que servirán para todo e a xente atreverase máis a utilizalo.

# CESGA Computational Science S



Así ve a primeira edición desta escola de verán Laureano González Vega, actual coordinador científico do CONSOLIDER-INGENIO 2010, e un dos máximos responsables da orientación da investigación en España: «Cursos coma este danlle ao investigador a posibilidade de coñecer as ferramentas que lle abren novas ventás a outras disciplinas»



Alumnos e profesores da primeira edición da CESGA Computational Science Summer School

**Laureano González Vega**, actual coordinador científico do CONSOLIDER-INGENIO 2010, e un dos máximos responsables da orientación da investigación en España veu así a primeira edición da CESGA Computational Science School: “A formación actual é extremadamente especializada e o investigador pódese ver moi limitado pola súa propia disciplina. Cursos completos como este lle dan a posibilidade de coñecer as ferramentas que lle abren novas ventás a outras disciplinas, mellorando o coñecemento, as aplicacións e os usos que lle poderá dar ao seu propio coñecemento”. Considerou ademais o programa do CESGA como “sen precedentes no noso país, ao condensar nunha única escola unha serie de cursos moi completos. Iniciativas deste tipo son



Laureano González Vega

modernas, realistas e veñen a encher senón un baleiro, si unha lagoa na formación de matemáticos, enxeñeiros, informáticos, químicos etc. que verán as súas posibilidades de investigación moi favorecidas”.

González Vega impartiu na escola de verán do CESGA o seminario: “Novas solucións algorítmicas para o modelado de sistemas globais de navegación por satélite”.

O **CESGA Summer School** é o primeiro curso en España que ofrece unha formación completa en programación, paralelización, optimización e execución de aplicacións, depurado e análise de rendemento.

[www.cesga.es/SummerSchool2009](http://www.cesga.es/SummerSchool2009)

**12 alumnos** (matemáticos, informáticos, químicos, biólogos...)

**3 estanzas** de investigación

**8 profesores** (USC, UDC e CESGA)

**7 titores**

**150 horas** de formación

**5 seminarios**

Traballo real co Finis Terrae

Próxima edición: verán 2010

Financiada por:

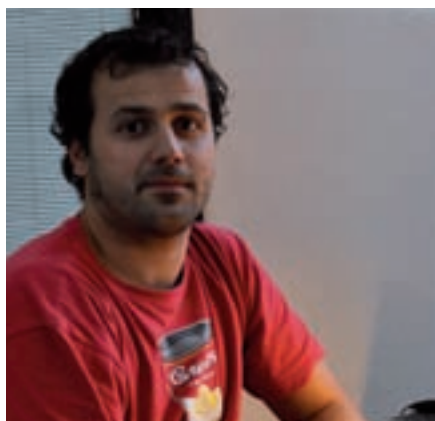




# Summer School. Balance positivo

ordi-  
es da  
a po-  
»

**Estadías na CESGA SUMMER SCHOOL.** Durante o curso de verán realizáronse tres estadías: unha de investigación e dúas de introducción á investigación en diferentes áreas de coñecemento e que precisaban de cálculo computacional. Os alumnos puideron empregar o supercomputador Finis Terrae para realizar os seus proxectos. Esta é a súa impresión final.



**Jorge Naya**  
Físico

Universidade de Santiago de Compostela

**PROXECTO: Implementación Paralela con OPENMP de algoritmos baseados en estruturas de datos non regulares.** Pretendíase paralelizar os sinxelos programas Sonden Benchmark, que miden rendementos de máquinas ou programas nos que se executan, cos coñecementos adquiridos na Summer School e medir tempos e rendementos dependendo do programa, da paralelización usada e do número de procesadores empregado en cada caso. Executalos no Finis Terrae supón unha gran vantaxe fronte a un PC”.

**SUMMER SCHOOL:** Antes de vir apenas si sabía nada de programación. A estadía foi moi útil. Hai que ter un nivel previo, obviamente, pero en principio é moi interesante e práctico. Estar na Escola de Verán do CESGA traballando co Finis Terrae é unha boa experiencia e moi interesante para a tarefa investigadora”.

Con la colaboración de:



**Jesús Rodríguez Fontenla**  
Estudiante

Facultade de Físicas da Universidade de Santiago de Compostela

**PROXECTO: Estudio do algoritmo timTrack, do proxecto TRASGO.**

“É un algoritmo orixinado na Facultade de Físicas, no LabCaf. Aínda está en desenvolvemento e forma parte do proxecto TRASGO para detección de raios cósmicos. Estes raios atravesarían un detector, e este, a través dunha tarxeta mandaría os datos a un ordenador. Aí entraría o timTrack dando como resultado trazas para cada partícula no estudo dos raios cósmicos (as coordenadas e as pendentes, a velocidade e o tempo para diferentes partículas que atravesaron previamente eses detectores). Fisicamente, utilízase o seu estudo para dosimetría, estudar o campo xeomagnético terrestre, ou o estudo do clima. Como se cree que a súa orixe está nas estrelas poderíanse estudar mesmo os buratos negros.

**SUMMER SCHOOL:** Deume a base da programación en C, en paralelismo, control de erros. Recomendaríalla á xente que teña unha base ou que lle guste a computación. O máis interesante foron os cursos de paralelismo: OPENMP e MPI. Teríanme gustado máis longos. ¡Poderíase facer nun ano!



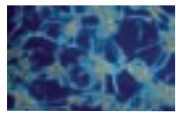
**Carlos Jiménez Meneses**  
Matemático

pola Universidade Autónoma de Madrid. Actualmente na Facultade de Físicas, Universidade de Rey Juan Carlos I

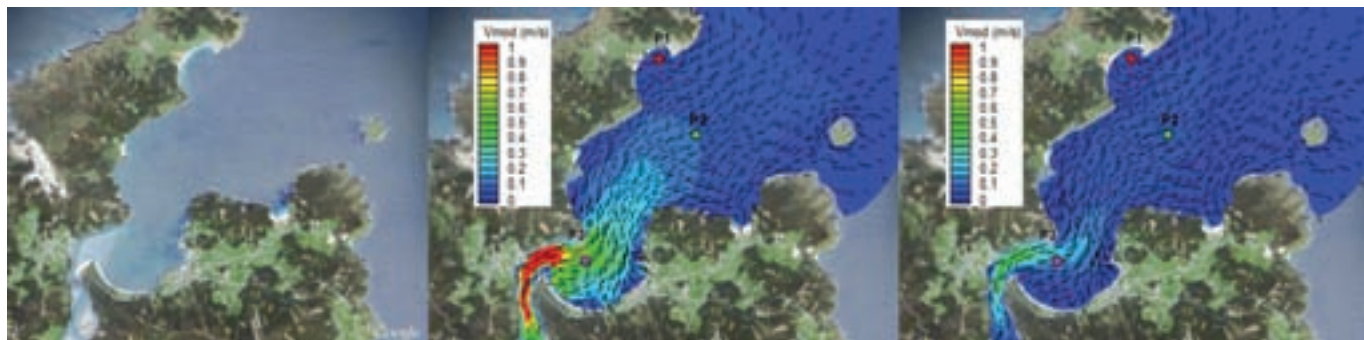
**PROXECTO:** No grupo de investigación realizouse un **programa para modelizar o movemento dunha superficie.** A idea era discretizar todo en triángulos, e mover a curva en cada instante de tempo tendo en conta as propiedades da superficie. Utilízanse todas as técnicas de programación (sobre todo FORTRAN), paralelización por paso de mensaxes etc. Buscábase aprender as técnicas e aplicalas pouco a pouco ao proxecto, aínda por desenvolver totalmente. É un estudo teórico que terá aplicacións en gases e plasmas, comportamento de fluídos, estudo da formación de raios, etc.

**SUMMER SCHOOL:** Bastante dura, pero está moi ben. É unha oportunidade de ver este mundo, facer algo novo que na carreira non se dá. Aínda que logo na práctica resulta máis sinxelo, os cursos son moi duros. O máis interesante, os cursos para aprender a programar en FORTRAN e en C, que son a base de todo. Tamén OPENMP de paralelización... e ver como corre o programa no Finis Terrae. Recomendaríao para investigación.

# A Hidrodinámica e a Oceanografía pola **sostibilidade dos recursos** acuíferos e mariños



**AUGA E MATEMÁTICAS** Os modelos matemáticos e os códigos informáticos nos que se implementan, permiten dar resposta ao abano multidisciplinar de problemas que teñen como denominador común a auga e as matemáticas.



Modelización das correntes na Ría do Barqueiro, no Cantábrico galego.

Jacobo de Uña Álvarez  
Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais. Universidade de Vigo

M<sup>a</sup> Elena Vázquez Cendón  
Departamento de Matemática Aplicada  
Facultade de Matemáticas. Universidade de Santiago de Compostela

O estudo da hidrodinámica de ríos e esteiros é de gran importancia para entender, predicir e controlar os procesos físicos que teñen lugar neles, ademais de servir como base para estudos de transporte de contaminantes e de procesos de erosión, por citar só algúns exemplos. A dificultade de realizar ensaios de laboratorio, así como o custo económico de levar a cabo medicións experimentais en campo, fan dos modelos numéricos unha ferramenta moi útil para o estudo deste tipo de problemas. A modelización numérica presenta ademais a vantaxe de poder estudar as afeccións e o impacto que pode provocar unha futura actuación de enxeñaría, permitindo a avaliación de diferentes escenarios hipotéticos. Todo iso a un custo temporal e económico relativamente baixo. Os modelos e métodos estatísticos para analizar datos que se distribúen dinamicamente no espazo permitiron resolver axeitadamente problemas que ata agora só se abordaran de xeito simplificado. As medicións de variables ambientais, oceanográficas ou biolóxicas, teñen a compoñente espazo-temporal que se visualiza nos

mapas xeostatísticos que trazan os expertos, impensables dúas décadas atrás pero posibles agora grazas aos avances experimentados pola estatística e a computación nos anos recentes. Estas análises sofisticadas permiten describir e comprender a natureza dos fenómenos que se miden, xa sexa a estrutura dinámico-espacial das poboacións baixo estudo, xa sexa o impacto dunhas variables sobre outras. Exemplos concretos de todo iso son o estudo da distribución espacial de poboacións mariñas, ou o estudo do impacto de verteduras e de variables ambientais nas distintas concentracións medidas na superficie dos océanos. Máis especificamente, os procesos puntuais espaciais utilizáronse dende a perspectiva para propoñer modelos e métodos de análise de datos recollidos en campañas oceánicas. Por outra parte, os modelos espazotemporais baseados en funcións de covarianza e en densidades espectrais permitiron a representación gráfica de distintos fenómenos de interese, non só nas ciencias ambientais senón tamén en campos como a epidemioloxía e a demografía.

**Un espazo de encontro.** Todas estas técnicas revisáronse no “Workshop Oceanografía e Hidrodinámica Estatística e Computacional” dende a perspectiva dos problemas emerxentes nas ciencias oceanográficas e en hidráulica. Os problemas iniciais que motivaron as investigacións da maioría dos grupos que interviron, teñen tamén

como referencia xeográfica común a Galicia, tanto dende o noiro continental nos modelos oceanográficos como as rías e os ríos galegos dende a hidráulica, pero a tecnoloxía matemática que supón o desenvolvemento destes é exportable, como se ilustrará en diferentes relatorios, a outros ámbitos xeográficos. Dende o punto de vista científico o seu recoñecemento internacional está avalado polo impacto en citas das publicacións en revistas internacionais ás que deron lugar. A posta en común dos códigos desenvolvidos é fundamental dada a variedade de grupos e disciplinas que traballan neste campo. Facilita ademais a transferencia destes coñecementos a todos os ámbitos científicos implicados e a todos os axentes económicos que os necesitan, e poden non coñecelos incrementando a súa eficiencia. A confluencia de equipos multidisciplinares permitiu presentar os resultados das simulacións contrastados con datos experimentais para validar os modelos considerados.

**Workshop:** Oceanografía e Hidráulica Estatística e Computacional

**Organiza:** NODO CESGA de i-MATH.

**Data:** venres 27 de Novembro

**Lugar:** Facultade de Matemáticas, Universidade de Santiago de Compostela.

Mais información:

<http://matematica.nodo.cesga.es/>



# «O deseño permite dar solucións ás necesidades reais do cliente»

UROVESA diseña, fabrica e comercializa vehículos especiais todoterreo para uso civil e militar. O deseño, a simulación e a cooperación tecnolóxica son os seus aliados. Os seus "Vehículos de Alta Mobilidade" VAMTAC e os seus camiós TTURO están presentes en máis de 20 países.

Cunha experiencia de máis de 28 anos, UROVESA apostou sempre polo deseño como forma de adaptar as altas prestacións dos seus vehículos ás necesidades dos seus clientes. Aínda que cando naceu en 1981, o deseño era aínda cousa de taboleiros de debuxo, coa incorporación do primeiro AUTO-CAD en 1989 naceu tamén o seu Dpto. de I+D, actualmente composto por 11 enxeñeiros industriais, mecánicos e técnicos. Segundo Beatriz Arribas, responsable do Dpto. Técnico e Enxeñaría de Proxectos, "empregamos ferramentas de deseño moi sofisticadas no campo da automoción. Evolucionamos cara a un deseño máis avanzado, como ProEngineer en modelos 3D e despois SolidWorks, co que traballamos dende hai tres anos en deseño e simulación,".

"A forma de traballar cambiou desde a entrada do deseño asistido por ordenador", engade Justo Sierra, responsable de Marketing de UROVESA, "a velocidade é moi superior e revolucionou a relación cos nosos provedores". Como empresa de deseño e de ensamblaxe, subcontratar todo o que está no medio dos dous procesos "na medida que nós e os nosos provedores incorporamos ferramentas de deseño, o traballo é máis efectivo, práctico e moito máis seguro. Cando engadimos compoñentes deseñados por nós pero subcontratando a súa fabricación, temos a garantía de que a integración é perfecta".

Sierra afirma que "pola filosofía propia do noso produto, investimos gran cantidade de horas de traballo no deseño. Cada vehículo faise nunha plataforma a partir da cal se integran solucións á medida con opcións que o fan especial. Xeralmente invístense máis horas no equipamento e nas opcións do vehículo que no vehículo en si mesmo". Moitos dos seus clientes saben aquilo que necesitan pero non saben trasladalo a unha variable técnica, "e aí entra o noso labor de asesoramen-



Justo Sierra e Beatriz Arribas traballando con simulación balística realizada polos técnicos de UROVESA.

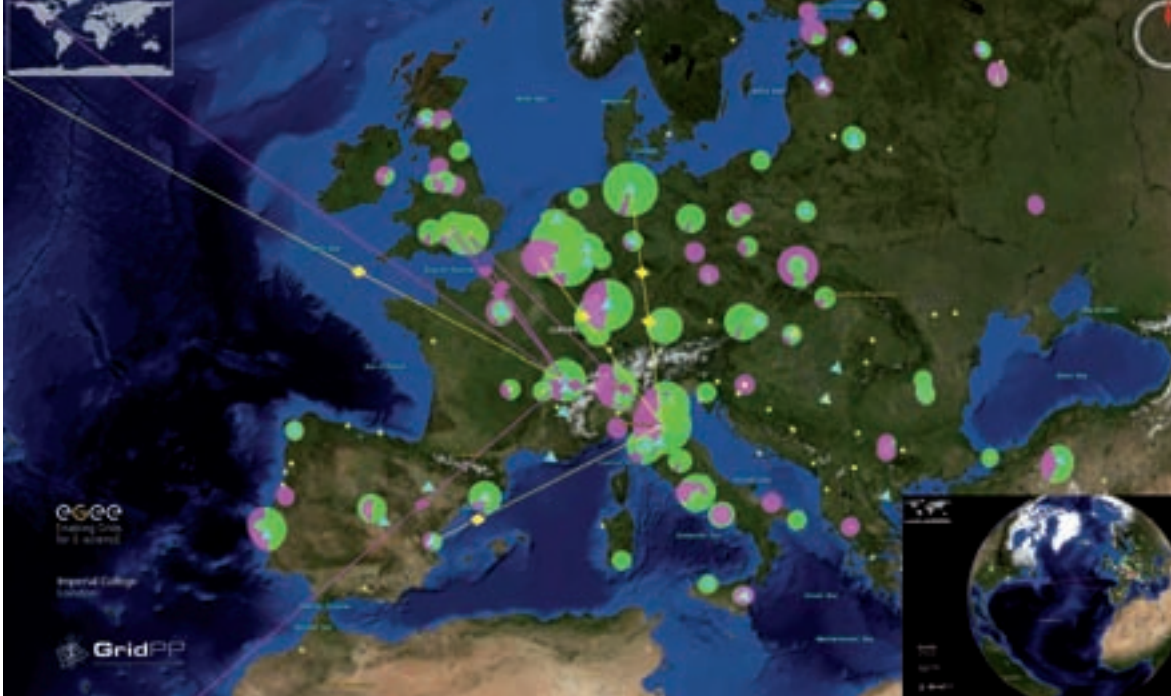
to e de estudo de factibilidade. Unha vez trazada a solución trasládase ao cliente para que a analice, estude e probe como proxecto. É un labor de coordinación no que tratamos de dar unha solución plenamente operativa. Non imos vender unha unidade que non responda ás condicións nas que o cliente realmente vai traballar, en bosques húmidos ou en desertos."

Dada a sofisticación dos equipos que se integran en cada vehículo dependendo dos seus usos (ambulancias, bombeiros, talleres móbiles e un longo etc.) o emprego da simulación é fundamental, como nos estudos de blindaxes. "Nos dous últimos anos", sinala Beatriz Arribas, "fixemos simulacións con ensaios balísticos, para blindaxes anti-minas: deformacións de material, ensaios de baixos, elección de certos materiais no ámbito de aceiros con maior ou menor capacidade de deformación, ou absorción de

enerxía. Para iso utilizamos AutoDim de ANFIS (unha interface gráfica de usuario que permite deseñar sistemas borrosos), para a validación de minas, e afórranos moitos ensaios reais. Axiliza os procesos de deseño e reduce os custos das probas porque axuda a descartar solucións"

Cun mercado reducido de series limitadas, en UROVESA a cooperación tecnolóxica considérase estratexia central: "Non podemos aspirar a ter toda a tecnoloxía que envolve un vehículo. Por iso as colaboracións con centros tecnolóxicos como o CTAG achéganos unha serie de facilidades para determinados desenvolvementos nos que como empresa non nos paga a pena investir porque para as series limitadas que fabricamos non amortizaríamos o investimento".

✦ información:  
[www.urovesa.com](http://www.urovesa.com)



O "Real Time Monitor" desenvolvido no Laboratorio de Física de Altas Enerxías do Imperial College London permite visualizar en tempo case real a información recollida en todos os sitios do Grid. Na ilustración os círculos mostran os sitios onde se executan traballos de computación e as liñas son traballos que se envían entre os sitios. <http://gridportal.hep.ph.ic.ac.uk/rtm/>

# Tecnoloxía do CESGA nas maiores redes de cómputo do mundo

O portal de accounting desenvolvido polo CESGA permite a EGEE e EELA analizar o consumo que se está a facer dos recursos

Javier López Cacheiro  
Técnico de Sistemas, CESGA

O CESGA desenvolveu un portal de accounting de uso de CPU que lle permite analizar o uso que se fai dos seus superordenadores mediante a xeración de estatísticas de consumo de recursos. Este portal foi utilizado como base para crear os portais de accounting dos proxectos internacionais EGEE (Enabling Grids for e-Science) e EELA (e-Science grid facility for Europe and Latin America). Na actualidade EGEE é o maior grid de produción do mundo, con máis de 82526 CPUs distribuídas entre máis de 306 sitios en 57 países. EELA serve de ponte entre Europa e América Latina na creación dun grid de produción conxunto.

O CESGA tamén será o encargado de manter o portal de accounting no futuro EGI e de adaptalo ás necesidades deste novo ecosistema onde as NGI

(National Grid Initiative) e as SSC (Specialised Support Centers) xogarán un papel primordial. Dentro dos plans previstos está a creación dunha versión do portal de accounting para distribuír cada unha das NGI (soprotada en España pola Red Española de e-Ciencia) para que poidan adaptala

O proxecto EGEE, financiado pola Comisión Europea é unha infraestructura computacional baseada en tecnoloxías grid, que facilita o acceso a importantes recursos computacionais a científicos de todo o mundo as 24 horas do día, independentemente da súa localización xeográfica. A nivel operacional o EGEE está organizado en doce Federacións en cada unha das cales se engloban países próximos. As competencias están distribuídas entre as Federacións e o control de operacións global lévao a cabo o CERN que é un dos grandes impulsores do proxecto.

ás súas necesidades e complementar a información dispoñible no portal de accounting global do proxecto.

Na actualidade o CESGA está a implementar ademais un novo portal para EGEE denominado portal de métricas que recollerá de forma automática información de distintas fontes (GOCDB, GGUS, GridView, datos de accounting, etc.) e xerar as correspondentes métricas. Estas métricas foron definidas previamente polo Metrics Implementation Group (MIG) e aprobadas pola dirección do proxecto. O novo portal permitirá medir de forma obxectiva o progreso do proxecto e seguir a súa evolución dunha forma moito máis sinxela e sobre a base de datos actualizados permitindo xerar informes en cuestión de segundos.

Adicionalmente o CESGA en colaboración co LIP de Portugal e o Imperial College de Inglaterra integrou o sistema de colas Grid Engine en gLite, o middleware grid máis estendido na actualidade. Grid Engine é o sistema de colas utilizado nos superordenadores do CESGA e conta con avanzadas funcionalidades que poden ser de utilidade aos centros que participan no grid. Coa súa integración estes centros agora teñen a opción de escoller este sistema de colas adicionalmente á solución torque/maui. Grid Engine é un sistema de colas máis moderno que conta cunha comunidade de desenvolvemento moi activa esponsorizada por Sun.

<http://www.egee.cesga.es>  
<http://public.eu-egee.org>



# II Workshop G-HPC: aplicacións da supercomputación

Conferenciantes de alto nivel participaron no último workshop da Rede GHPC. Os contactos establecidos entre os membros darán lugar a novas colaboracións.



Ramón Doallo Biempica  
Coordinador da rede GHPC

O pasado mes de setembro celebráronse na Coruña as “XX Xornadas de Paralelismo”, organizadas nesta edición polo Grupo de Arquitectura de Computadores do Dep. de Electrónica e Sistemas da Universidade da Coruña. Este congreso anual científico-técnico de ámbito nacional é punto de encontro de investigadores de diferentes universidades españolas no que se intercambian experiencias e presentan comunicacións relacionadas co paralelismo. Aproveitando a ocasión, a Rede Galega de Computación de Altas Prestacións (Rede GHPC), celebrou a segunda edición do Workshop sobre Aplicacións da Supercomputación na Facultade de Informática da Coruña. Este ano o Workshop contou coa participación de catro destacados relatores, convidados por diferentes grupos de investigación membros da Rede GHPC, que puxeron de relevo as necesidades de utilización de supercomputación en moi diversas disciplinas científicas.

José María Cella, director do departamento CASE (Computer Applications in Science and Engineering) na Barcelona Supercomputing Center, realizou na conferencia “Grand Challenge simulations at BSC-CNS”, as súas previsións acerca da evolución dos supercomputadores nos próximos anos: multitude de nodos constituídos por procesadores multinúcleo heteroxéneos que integren ou sexan apoiados

por aceleradores hardware tales como GPUs ou FPGAs.

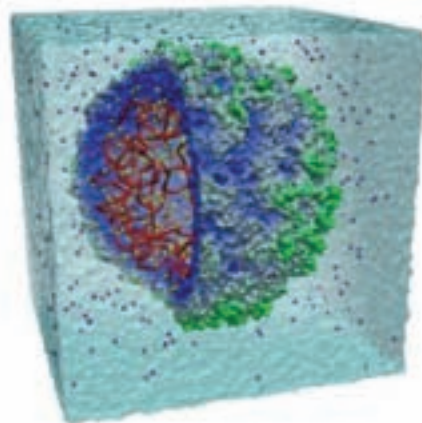
John Towns, director do Persistent Infrastructure Directorate no National Center for Supercomputing Applications (NCSA) na Universidade de Illinois (USA) na conferencia “TeraScale Applications Today at NCSA and on TeraGrid; Petascale Applications Tomorrow on Blue Waters” debullou os servizos de computación



ofrecidos na actualidade polo NCSA, incluíndo o liderado da iniciativa TeraGrid e os plans de instalación do supercomputador Blue Waters, proxectado para ser o máis potente a nivel mundial en 2011.

O profesor Weng Cho Chew, decano da Escola de Enxeñaría na Universidade de Hong Kong, explicou ao longo do seu relatorio “Application of Computational Electromagnetics for Casimir Force Calculation, multi Scale Structures, and Transformation Optics” as dificultades computacionais para a resolución numérica de problemas electromagnéticos que presentan estruturas multiescala. Esta problemática foi tamén abordada polo profesor José Manuel Taboada da Universidad de Extremadura na súa conferencia “High Scalability Algorithms in Computational Electromagnetics”. Este traballo enmarcado dentro dunha colaboración con dous grupos membros da Rede GHPC, o Grupo de Antenas da Universidade de Vigo e o CESGA, deu lugar ao establecemento dun novo record mundial en simulación electromagnética sobre o supercomputador Finisterrae, e que recentemente recibiu os premios PRACE, e Itanium Innovation en aplicacións da supercomputación.

A Rede GHPC finalizará as súas actividades oficialmente en decembro de 2009 pero estamos seguros de que os diferentes contactos entre os seus membros propiciarán novas colaboracións nos próximos anos, e quizais poidamos falar dunha terceira edición deste Workshop en 2010.





“Puxémonos en mans do CESGA porque necesitabamos comprobar que íamos facer ben a mostraxe. Os datos revelados demostraron que a mostraxe mínima para garantir resultados era moi inferior á que tomamos como modelo para esta tese. E aínda que no noso caso mantivemos o número inicial, porque así o determináramos, creo que o programa e os resultados conseguidos polos técnicos do CESGA serán moi útiles para estudos de zooloxía, bioloxía etc. Fixeron un traballo brillante dándonos ademais a garantía de estar a facer as cousas ben. Esta seguridade estatística permitirá reducir nos futuros estudos os labores de campo, que son custosos en tempo, esforzo e diñeiro.”



# Bases para crear un sistema de alerta

Prever en que momento unha praga pode producir danos nun cultivo

A súa eficacia pode estar condicionada ademais pola fase do ciclo na que se encontren os organismos causantes da praga ou polo seu nivel de actividade. Necesítase dispoñer de criterios que permitan determinar tanto a necesidade coma a conveniencia da aplicación de pesticidas. Encontrar eses criterios foi o obxectivo da tese “Predición de Pragas de Gasterópodos Terrestres en Galicia”, realizada no Departamento de Zooloxía e Antropoloxía Física da Facultade de Bioloxía, USC, da que é autora María Córdoba Otero, e directores Javier Iglesias Piñeiro e José Castillejo Murillo.

“O obxectivo principal da tese era obter uns modelos de predición de abundancia e de actividade de gasterópodos terrestres (lesmas e caracois) que poidan ser utilizados para a toma de decisións á hora de aplicar tratamentos molusquicidas”, sinala María Córdoba, “pretendíamos encontrar modelos estatísticos capaces de explicar, en función de variables ambientais, os cambios observados e que sirvan como ferramenta para prognosticar con antelación niveis de abundancia e de actividade e axunden á toma de decisións para o manexo das poboacións destes animais en zonas de cultivos”.

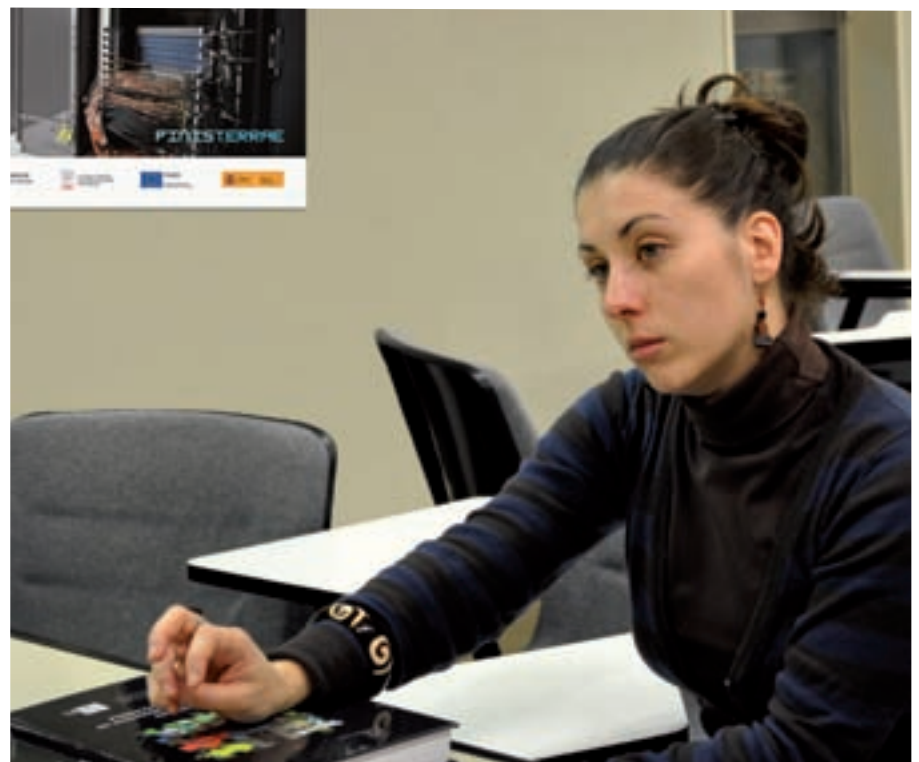
**Traballando co Finisterrae.** “Queríamos coñecer as variacións que presentan as poboacións ao longo do tempo en canto á súa abundancia, estrutura e distribución espacial. Unha mostraxe preliminar revelou os datos ne-

cesarios para determinar a relación existente entre o num. de mostrax e a precisión dos resultados. Pero a cantidade de cálculos necesarios era tan grande que decidimos poñela en mans do CESGA, ao que xa acudira o departamento anteriormente para un traballo similar”.

O CESGA, recuperou o código empregado para o caso anterior que tras 200 horas de execución resultou pouco útil. Dada a cantidade de combinacións posibles foi necesario reescribi-lo en C e

## SERVIZO INTEGRAL DE DESENVOLVEMENTO DE APLICACIÓNS CESGA

Para facilitar o acceso ao cálculo computacional en disciplinas científicas aleanas a este, o CESGA desenvolveu o Servizo Integral de Desenvolvemento de Aplicacións que lles permite aos investigadores do CSIC e do Sistema Universitario Galego realizar os cálculos necesarios para os seus estudos, sen necesidade de ter coñecementos de computación.



A autora de tese da USC, María Córdoba





# Alerta de pragas de gasterópodos

é fundamental para decidir aplicar pesticidas para protexelo.

optimizar a compilación. Se nun futuro fose necesario repetir estes cálculos, paralelizando o código reduciríase considerablemente o tempo de execución.

Calculáronse as medias e varianzas do número medio de capturas por mostra que resultaban ao tomar todas as posibles combinacións de 2 mostras, de 3 mostras, de 4 mostras...., ata o total das 20 mostras de chan e das 40 trampas de cada localidade. En total calculáronse 4.398.050.705.160 de me-

dias e varianzas. Para cada posible número de mostras calculouse o grao de erro dividindo a desviación típica pola media aritmética. Grazas a estes cálculos determinouse o **NUMERO MÍNIMO DE MOSTRAS NECESARIO** para obter un elevado grao de precisión nos resultados, demostrando que sería admisible unha redución do num. de mostras de chan de entre un 15% e un 25%, e unha redución do número de trampas de entre o 22% e o 58%, dependendo da localidade.

**Rede de alerta de pragas.** Unha praga de lesmas ou caracois produce danos á agricultura e a gandería porque non só comen as plantas en crecemento (follas, abrollos, raíces, talos) senón que tamén son axentes de transmisión de patóxenos a diversos cultivos, en concreto á vide, e son estado intermediario de moitos parasitos así como vectores de enfermidades que afectan aos animais silvestres, domésticos e mesmo a humanos. En último termo, cando se produce unha praga, sempre se ve afectado o valor económico da colleita aínda que no mellor dos casos só sexa por danos cosméticos.

Non obstante, son imprescindibles na cadea trófica, polo que o uso de molusquicidas é perigoso para outros animais.

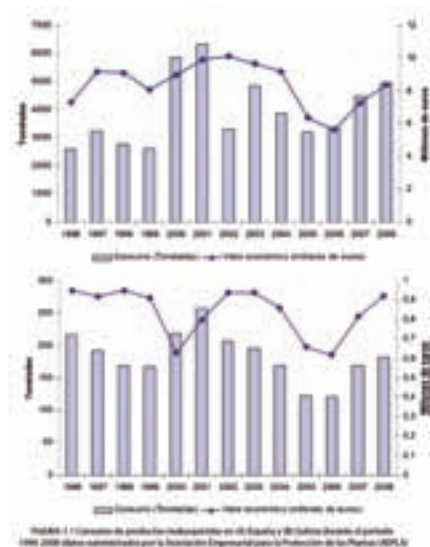
“Unha das nosas ideas no futuro sería, ao igual que para o pole, crear un sistema online de alerta de pragas destes animais en viñedos, por exemplo, onde resultan moi daniños, para que o viticultor soubese canto molusquicida empregar e cando empregalo do xeito máis efectivo e eficiente. Pero require moita formación e información ao agricultor”.

Como proliferan nos climas húmidos, en Galicia resultan particularmente daniñas, e é lóxico o emprego de molusquicidas. Pero dende a perspectiva dun verdadeiro control integrado de pragas, a aplicación dos tratamentos debe de perseguir obxectivos a máis longo prazo.

## Molusquicidas

Os gasterópodos están considerados como un dos maiores inimigos da agricultura ecolóxica, o único axente de control biolóxico que se comercializa na actualidade para o seu control é o nematodo “*Phasmarhabditis hermaphrodita*”. Polo seu elevado custo, o seu uso só resulta rendible en cultivos de gran valor.

Os molusquicidas no mercado (cebos ou pellets) levan metaldehido e carbamatos, extremadamente tóxicos para outros animais da cadea trófica e cada vez menos empregados. Actualmente o Ferramol, menos tóxico pero igualmente letal, é o máis utilizado.



### EN CIFRAS:

En **España** consúmense **3.880** toneladas anuais de molusquicidas, de media, **8,5 millóns** de euros/ano.

En **Galicia** **183** toneladas anuais de molusquicidas, de media, uns **0,8 millóns** de euros/ano (o que representa un 5% do volume de consumo de produtos molusquicidas e un 9,5% do volume de negocio).

CENTRO DE SUPERCOMPUTACIÓN DE GALICIA



[www.cesga.es](http://www.cesga.es)



**Infraestructura  
Científico  
Tecnológica  
Singular**



UNA VISIÓN INNOVADORA  
SOBRE LA FIABILIDAD :

**Fiables,  
rápidos,  
accesibles  
y seguros**



HP Integrity BL870c



HP Integrity RX7540-16



HP Integrity Superdome

Para más información [www.hp.es/Integrity](http://www.hp.es/Integrity)



©2009 Hewlett-Packard Development Company, L.P. Todos los derechos reservados.

Expanding the Frontiers  
of  
Knowledge

Accelerating Researchers'  
Time-to-Solution

Creating Tight Networks  
of  
Researchers

GALICIA SUPERCOMPUTING CENTRE



CENTRO DE SUPERCOMPUTACIÓN DE GALICIA

[www.cesga.es](http://www.cesga.es)

Avda. de Vigo, s/n | Campus Sur I  
15105 Santiago de Compostela, Spain  
Tel: (981) 281600 | Fax: (981) 281601  
[info@cesga.es](mailto:info@cesga.es)