

# La nueva ciencia

*Ramón Gavela González\**

Recibido: 12 de mayo de 2011  
Evaluado: 14 de junio de 2011  
Aceptado: 27 de julio de 2011

## RESUMEN

Los nuevos desarrollos informáticos, tanto en supercomputación como en informática distribuida, están propiciando una nueva forma más globalizada, integrada y pluridisciplinar de hacer ciencia.

Las tecnologías de informática distribuida (GRID), que han surgido para resolver el monumental problema de tratamiento de datos de los grandes experimentos de física de partículas (LHC del CERN), están propiciando su aplicación en otros campos de la ciencia, en los que se necesita, cada vez más, gestionar grandes cantidades de información y acometer modelizaciones complejas con nuevas arquitecturas.

Las redes GRID de los continentes se están organizando para abordar los retos científicos del futuro, en relación con el dominio de los sistemas complejos e interactivos, la salud a través de la biotecnología, el modelo de universo, la nanociencia y las ciencias ambientales en la gestión del cambio climático. Así mismo, se está preparando la conjunción de todas las redes continentales en la red mundial, como lo son los proyectos EELA, EELA2 y GISELA, en Latinoamérica. Este tren de la nueva ciencia no debe perderse, pues de él depende el bienestar del futuro.

## PALABRAS CLAVE

Informática distribuida, e-ciencia, redes GRID, infraestructuras informáticas, infraestructuras científicas.

\* Ingeniero Industrial. Director del Departamento de Energía del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).  
Correo electrónico: ramon.gavela@ciemat.es

# The new science

*Ramón Gavela González*

## **ABSTRACT**

The new developments in technology, both supercomputing and distributed computing, are leading to a new way which is more global, more integrated and multidisciplinary of making science.

The GRID distributed computing technologies, that have emerged to address the monumental problem of data processing of large particle physics experiments (LHC at CERN), are promoting their application to other fields of science, where it is increasingly necessary, to manage large amounts of information and to undertake complex systems modelings with new architectures.

GRID networks of the continents are organizing themselves to address the scientific challenges of the future, taking into account the domain of complex and interactive systems, health through biotechnology, the model of the universe, nanoscience and environmental science to manage climate change. The combination of all continental networks in a global network is also being prepared, there are in fact the EELA, EELA2 and GISELA projects, in Latin American. This train of the new science must not be missed, since the future well-being depends on it.

## **KEYWORDS**

Distributed computing, e-Science, GRID networks, e-Infrastructures, research infrastructures.

Recibido: 12 de mayo de 2011  
Evaluado: 14 de junio de 2011  
Aceptado: 27 de julio de 2011

## BREVE HISTORIA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

El conocimiento científico se duplica en la actualidad cada cinco años, aunque el 84% de esa producción científica se acapara en sólo 8 países. Este indicador es un claro reflejo de lo que la ciencia significa en nuestros tiempos y cómo se ha constituido como el resultado de una apasionante historia del afán humano por conocer la naturaleza.

Desde tiempos antiquísimos se disponen de algunos conocimientos no sistemáticos, implícitos en conocidas técnicas de hace dos o tres mil años mencionadas en la Biblia y en otros textos orientales anteriores a ésta. Los griegos hicieron un intento de sistematización –particularmente Aristóteles, Arquímedes y Ptolomeo–, aunque su enfoque deductivo fue muy diferente de nuestra forma actual de mirar la naturaleza. Los estudiosos islámicos y, sobre todo, los escolásticos de la Baja Edad Media se aproximaron un poco a dicha forma. Sin embargo, el cambio drástico ocurrió en el siglo XVII al aparecer los primeros signos de lo que sería la ciencia moderna anunciada más tarde por Francis Bacon.

En este siglo fue muy notable la contribución de Galileo a la cinemática, así como la introducción del mecanicismo por Descartes. No obstante, la gran figura del siglo XVII fue, sin duda, Newton, quien estableció definitiva y magistralmente las leyes de la dinámica en su obra *Philosophiæ naturalis principia matemática*, publicada en 1687.

La contribución de Newton dominó todo el siglo XVIII, período en que grandes figuras como Euler y Laplace sistematizaron y aplicaron sus teorías con gran perfección.

El siglo XIX completó lo que hoy llamamos “física clásica”, que también podríamos denominar “física de los fenómenos”, en contraposición con la física de la materia, que ha sido la gran obra del siglo XX. En el siglo XIX se desarrolló la electrodinámica, con trabajos relevantes como los de Volta, Ampère y Faraday, quienes culminaron con las geniales ecuaciones del electromagnetismo de Maxwell. Dichas ecuaciones demostraban la existencia de las ondas electromagnéticas producidas y detectadas por Hertz, en las que se basan nuestra radiotelevisión y multitud de dispositivos de microondas. Rápidamente se fusionaron la óptica y el electromagnetismo.

No menos importante fue la solución del enigma del calor en el siglo XIX, con la que contribuyeron los relevantes trabajos de Mayer, Joule, Clausius y otros. En este siglo se revivió la vieja filosofía atomística de Leucipo y Demócrito con la hipótesis atómica de Dalton –ahora con base científica–, que favoreció la formulación de las moléculas y dio con ello un primer paso en el estudio de la estructura de la materia.

En la segunda mitad del siglo XIX los avances sobre el calor y la termodinámica encontraron su base atomística en una nueva rama de la física: la mecánica estadística, con cuyo esquema parecía posible explicar todos los fenómenos observados a nuestra escala, a partir de las propiedades de los átomos y moléculas.

Ante tal cúmulo de éxitos del siglo XIX, muchos pensadores consideraron que la física era una ciencia terminada –a pesar de que aún quedaban muchos fenómenos por estudiar en detalle–, porque se creía que las leyes básicas de la mecánica y del electromagnetismo eran bien conocidas, que se

tenía una idea correcta de la estructura de la materia y que combinando estos conceptos se obtendría la explicación de cuanto observamos en el mundo material.

Pero tal autocomplacencia duró muy poco. El siglo XX trajo grandes sorpresas y nos incorporó en un mundo muy alejado de la intuición, con un nuevo determinismo probabilístico. El modelo de Bohr, la mecánica cuántica, la relatividad, la radiactividad, la física nuclear, la física de estado sólido, la física de altas energías, la astrofísica, la bioquímica, etc., con los desarrollos tecnológicos asociados, han dado un paso de gigante en la ciencia, demostrando, de forma definitiva, lo impropio de la complacencia, pues siempre parece que existirán más cosas por descubrir que las que ya han sido descubiertas.

Otro gran fenómeno del siglo XX que vino tras el fin de la Segunda Guerra Mundial fue la aceptación de la ciencia como un objetivo social que los gobiernos consideraron importante; objetivo al que dedicaron cantidades importantes del presupuesto. Hasta entonces la investigación fundamental era una actividad individual situada en las universidades y otros centros del mundo académico, a la que los gobiernos subvencionaban del mismo modo que atendían a los museos o a los teatros de ópera. La eficacia de la tecnología basada en la ciencia, por ejemplo el radar, cambió la percepción social y política hacia esta última, haciéndola surgir –junto con la política científica– a lo grande, y propiciando la construcción de poderosos instrumentos (grandes aceleradores de partículas, grandes telescopios, etc.), que contribuyeron decisivamente a alejar las fronteras científicas.

## AVANCES DEL SIGLO XX Y RETOS DEL SIGLO XXI

Como se ha dicho, el siglo XX ha aportado a la ciencia importantes descubrimientos en las áreas de la física nuclear, la biología, la nanociencia y la cosmología. Ha sido, por otra parte, generoso en el desarrollo tecnológico (energía de motores de combustión, electricidad, energía nuclear, electrónica, informática, etc.) y ha contribuido de forma esencial a crear la sociedad del bienestar que disfrutaron los países desarrollados, aun cuando haya fracasado en el noble y exigible esfuerzo de extender sus beneficios a todas las poblaciones. En ese sentido, las diferencias se han hecho aún mayores, a pesar de las posibilidades de la globalización.

Sin pretender la alusión a todos los grandes descubrimientos científicos y tecnológicos del siglo XX, cabe citar la teoría de la relatividad, la mecánica cuántica, las espectaculares aplicaciones del electromagnetismo, las TIC, los fundamentos de la genética y el enorme avance en la cosmología. Parece como si hubiéramos llegado al fondo del conocimiento básico de la naturaleza y del desarrollo de las aplicaciones útiles de éste. En cierta forma, se intuye la necesidad de un cambio importante para continuar con el avance espectacular del pasado.

Sin embargo, tenemos por delante importantes retos, para cuya consecución se necesita una respuesta eficaz de la ciencia y la tecnología, haciendo uso de todas las posibilidades de sus conocimientos. La amenaza del calentamiento global y la necesidad de promover un cambio radical hacia un medio ambiente sostenible, el cambio hacia unos sistemas energéticos exentos de carbono, el suministro de agua de calidad para

toda la población mundial, la mejora de la calidad de vida para una población cada vez más envejecida, la solución de los grandes desequilibrios sociales, entre otros, son problemas que le corresponde solucionar al siglo XXI.

En lo que se refiere a la ciencia, el siglo XXI será el del dominio de los sistemas complejos e interactivos, a través del trabajo científico interdisciplinario. Las ciencias de la vida experimentarán una profunda transformación, avanzando gradualmente hacia la curación de enfermedades hoy todavía no superadas; la astronomía despejará las incógnitas actuales de la cosmogonía; previsiblemente la física nuclear y la física de partículas completarán su modelo, explicando el universo y su evolución, aunque muy probablemente habrá mundos más minúsculos por descubrir; la tecnología explotará todas las posibilidades de la nanociencia, la biotecnología y las TIC, para cambiar radicalmente nuestra forma de trabajo y mejorar aún más la competitividad; las ciencias ambientales deberán modelizar los grandes efectos sobre nuestro medio, como el cambio climático y los meteoros más influyentes.

Para todo ello, la informática y las comunicaciones serán elementos esenciales para gestionar cantidades enormes de información, facilitar la colaboración global con el desarrollo de la ciencia y acometer modelizaciones hoy imposibles por las limitaciones tecnológicas.

## LA NUEVA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA

Así pues, podemos decir que nos encontramos frente a una nueva revolución científica tan trascendente como la aparecida en

el Renacimiento o la experimentada por las ciencias físicas a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Esta revolución podríamos designarla de una forma simple con la palabra “e-ciencia”.

Tal designación alude a la importancia que van a adquirir las nuevas tecnologías de la información y de las comunicaciones para facilitar, impulsar y cooperar con el desarrollo de los descubrimientos esperados en el siglo XXI. La e-ciencia es el conjunto de actividades científicas desarrolladas mediante el uso de recursos distribuidos accesibles a través de Internet. Se basa en potentes redes de comunicación –nacionales y continentales interconectadas–, en tecnologías de informática distribuida, en poderosos supercomputadores y en grandes infraestructuras de repositorios de datos; todo ello al servicio de grandes instalaciones científicas de naturaleza internacional, en las que se deberá impulsar la gran ciencia del siglo XXI.

Por ello puede decirse que la ciencia camina hacia la construcción de grandes infraestructuras científicas, hacia la combinación de tecnologías, instrumentos y e-infraestructuras que permitan y estimulen la colaboración –los llamados “colaboratorios”– y hacia los experimentos *in silico* que permitan la transición del *wet lab* al entorno virtual de investigación.

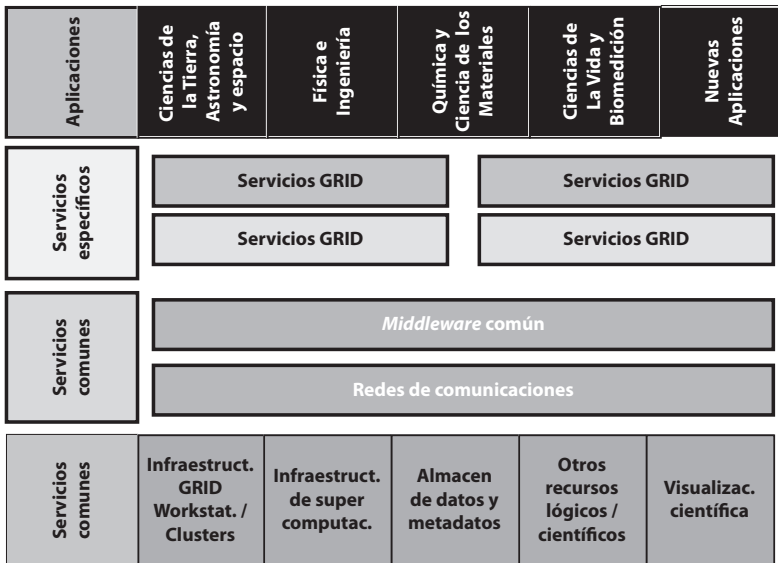
Dentro del camino de la nueva ciencia, las nuevas TIC, como se ha dicho anteriormente, constituyen un elemento esencial para aprovechar las experiencias de las grandes instalaciones científicas y la gestión de la enorme cantidad de información que va a manejar la ciencia, llegando a nivel de PB y EB.

## LA E-CIENCIA

La siguiente figura presenta la taxonomía de la e-ciencia. En la base están los recursos de informática distribuida y supercomputación, los repositorios digitales, los sistemas de visualización científica y otros recursos lógicos y físicos, entre los que figuran las grandes instalaciones experimentales. Los servicios comunes incluyen las redes de comunicación, que cada vez están mejor preparadas para asumir su papel neurálgi-

co (velocidades en el orden de Gb/s), y el *middleware*, que permite crear acceso ubicuo de los recursos a los investigadores. Por encima estarán los servicios específicos de cálculo distribuido (GRID) o de supercomputación, cuya utilización por los científicos debe ser transparente y sencilla para sus aplicaciones. En lo alto están las aplicaciones de las diferentes comunidades virtuales en cada uno de los campos de la ciencia (ciencias de la tierra, astronomía, física e ingeniería, química, materiales, biomedicina, etc.)

Figura 1. Taxonomía de la e-ciencia



Fuente: Centro de Investigación Energética, Medioambiental y Tecnológica (CIEMAT) – Gobierno de España, Ministerio de Ciencia e Innovación (2005).

La e-ciencia tendrá un gran impacto científico en la explotación eficiente de las instalaciones singulares internacionales, las que protagonizarán los descubrimientos científicos del siglo XXI. También tendrá un impacto tecnológico al permitir la apertura de nuevos mercados y formas de colaboración. Finalmente tendrá un impacto social al fa-

vorecer, si se hacen bien las cosas, el acceso de los países menos desarrollados, para superar de esta forma la brecha tecnológica.

Las áreas de aplicación más relevantes ya se han citado antes. Algunos ejemplos significativos del trabajo de colaboración que encierra la e-ciencia (que no son más que

indicativos de las muchas aplicaciones que existirán) pueden ser los siguientes:

- Proyecto Wisdom para el desarrollo de medicamentos contra la malaria.
- Experimento ALICE en el LHC.
- Proyecto ISDEP para modelizar partículas en un plasma de fusión.

## LAS GRANDES INFRAESTRUCTURAS CIENTÍFICAS DE LA UNIÓN EUROPEA

Como se ha dicho anteriormente, para abordar la ciencia del siglo XXI será necesario poner en marcha un número importante de grandes instalaciones científicas de carácter internacional, pues por su naturaleza y alto coste no serían abordables en el ámbito nacional. Por otra parte, la experiencia positiva de grandes instalaciones científicas internacionales realizadas en el pasado, como CERN y JET, animan a continuar en esta línea para un aprovechamiento óptimo de los recursos.

Dentro de la Unión Europea (UE) se ha creado una institución denominada ESFRI (European Strategic Forum for Research Infrastructures), que publicó en 2006 un primer *Road Map* –que es actualizado cada dos años– sobre las grandes instalaciones científicas más convenientes para la UE. Estas instalaciones pueden ser centralizadas (cuando básicamente se ubican en un único lugar), distribuidas en varios lugares de distintos países, aunque con una gestión común, o virtuales (cuando su realidad está prácticamente sustentada en las TIC que se utilizan para la creación, mantenimiento y gestión de repositorios digitales de interés internacional).

Según la actualización de 2008, dentro del *Road Map* de ESFRI, la UE tiene planeada la creación de 44 nuevas instalaciones científicas singulares (algunas son actualizaciones de otras anteriores) en el período 2008-2020. Estas instalaciones cubren prácticamente todos los campos de la ciencia: desde las ciencias sociales y humanidades, hasta ciencias físicas e ingeniería, sin olvidar las grandes e-infraestructuras, que son vitales para el funcionamiento de todas las demás.

Tabla 1. Nuevas infraestructura de I+D en Europa para el período 2008-2020 (ESFRI)

	No. de instalaciones	Inversión (M€)	Coste de operación (M€/año)	Instalación de I+D
<b>Ciencias Sociales y Humanidades</b>	5	212	24	CESSDA, CLARIN, DARIAH, ESS, SHARE
<b>Ciencias Ambientales</b>	10	2238	260	AURORA BOREALIS, COPAL (ex EUFAR), EISCAT_3D, EMSO, EPOS, EURO-ARGO, IAGOS, ICOS, LI-FEWATCH, SIAEO OS
<b>Energía</b>	5	3200	320	ECCSEL, HiPER, IFMIF, JHR, MYHRRRA

	No. de instalaciones	Inversión (M€)	Coste de operación (M€/año)	Instalación de I+D
<b>Ciencias Biológicas e Ingeniería</b>	10	2199	515	BBMRI, EATRIS, ECRIN, ELIXIR, EMBRC, EU-OPENSUREEN, EURO-Biolmaging, European High Security B&L4 Laboratories, INFRAFRONTIER, INSTRUCT
<b>Materiales y Analítica</b>	6	4272	430	EMFL, ESFR UPGRADE, Euro FEL (ex IRUV X-FEL), ESS, European XFEL, ILL 20/20 UPGRADE
<b>Ciencias Físicas e Ingeniería</b>	8	5983	672	CTA, E-ELT, ELI, FAIR, KM3 MeT, PRINS, SKA, SPIRAL 2, LHC
<b>e-Infraestructuras</b>	3	300	230	PRACE, GEANT, GRID
<b>TOTALES</b>	47/44 nuevas	18 404	2421	

Fuente: Centro de Investigación Energética, Medioambiental y Tecnológica (CIEMAT) – Gobierno de España, Ministerio de Ciencia e Innovación (2005)

Estas infraestructuras, como se indica en la tabla, van a suponer una inversión total cercana a 18.000 M€ y unos gastos de operación anuales del orden de 2400 €. Por citar sólo algunos ejemplos, las siguientes son nuevas infraestructuras de I+D en Europa en el período 2008-2020 (ESFRI):

- ECCSEL (European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure): es una infraestructura científica distribuida para el desarrollo de la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, que permitirá continuar utilizando los recursos fósiles hasta su agotamiento, sin que se emitan gases de efecto invernadero. Hay 12 instalaciones de demostración en Europa, que incluyen varias tecnologías de precombustión, combustión y postcombustión (una de ellas en España).
- HIPER (High Power Laser Energy Research Facility): es una instalación de fusión por láser para el desarrollo de la física de la materia con alta densidad y temperatura.

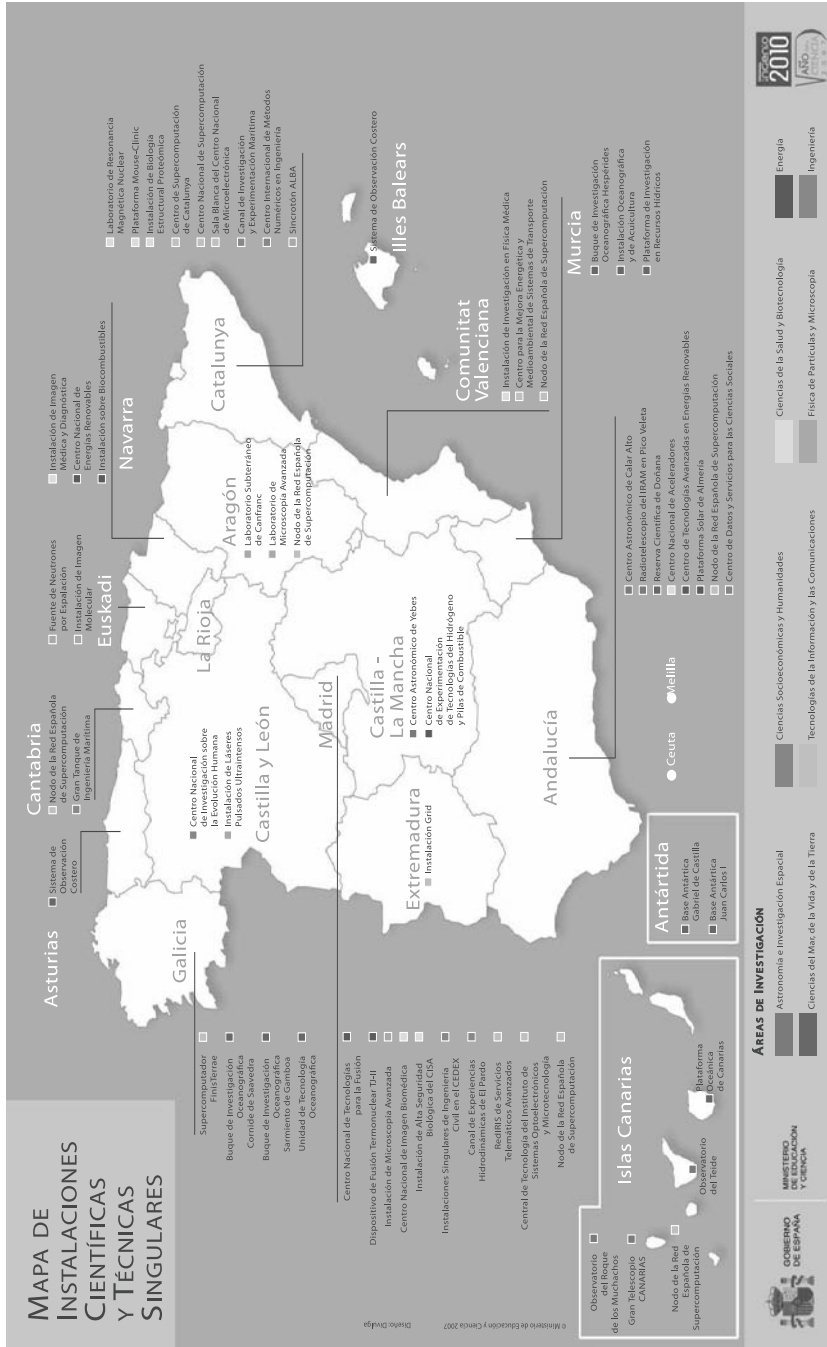
- XFEL (The European X-Ray Laser Project): es un proyecto internacional en el que participan 14 países. Se concentra en la investigación de la radiación electromagnética.
- MYHRRA (Multi-Purpose Hybrid Research Reactor for High-Tech Applications): es un sistema flexible de reactores rápidos destinados para la investigación del espectro.

## **LAS INSTALACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS SINGULARES EN ESPAÑA**

España, como la mayoría de los países europeos, tiene en marcha un ambicioso programa de realización de instalaciones científicas y técnicas singulares, a menor escala que las infraestructuras promovidas por ESFRI, aunque coordinadas con éstas. Este programa se materializa en el Mapa de Instalaciones Científicas y Técnicas Singulares, aprobado en la Cumbre de Presidentes de Autonomías Españolas en el año 2005.



Figura 2. Mapa de Instalaciones Científicas y Técnicas Singulares en España



Fuente: Ministerio de Educación y Ciencia de España (2005). Recuperado de [http://www.micinn.es/stfils/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Instalaciones\\_Singulares/Mapa ICTS.pdf](http://www.micinn.es/stfils/MICINN/Investigacion/FICHEROS/Instalaciones_Singulares/Mapa ICTS.pdf)

En total, el mapa incluye 53 instalaciones que cubren la mayoría de los campos de la ciencia: ciencias sociales, ciencias del mar, TIC, física y química, biología, medicina, medio ambiente, energía, nanotecnología, ingeniería y astronomía.

Recientemente, la Plataforma Solar de Almería, gestionada por CIEMAT, ha sido aceptada como gran infraestructura científica de la UE dentro del Plan de ESFRI, siendo la primera instalación española que accede a dicho Plan.

## LA GRID

Dentro de las e-infraestructuras, como se ha dicho antes, conviene destacar la GRID por su potencial para mejorar el trabajo colaborativo y federado de los grupos científicos, y para conectarlos de forma potente con las grandes infraestructuras científicas internacionales.

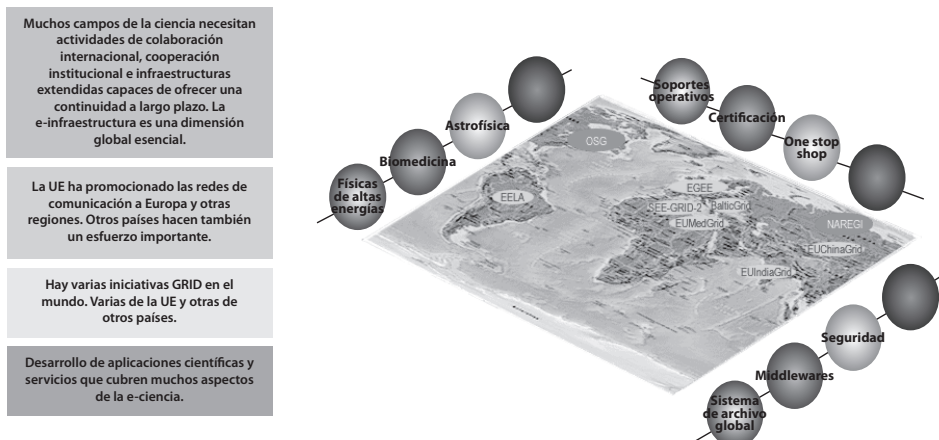
La GRID ha surgido de forma relevante en el mundo de la ciencia para resolver el problema de la explotación de la enorme can-

tidad de información de los experimentos LHC. Desarrollar una explotación al estilo convencional y basada en un potentísimo centro de cálculo en el CERN –que sirvió para experimentos anteriores– no era posible para el LHC, razón por la cual se decidió ir a una explotación colaborativa y federada que gestionara los datos de los sucesos producidos en dicho anillo.

La GRID ha experimentado, desde su aparición, una evolución desde el concepto inicial de compartir y utilizar recursos de computación distribuidos, hasta una GRID del conocimiento en la que no sólo se comparten cálculos, datos y servicios, sino también experiencia y conocimiento científico y técnico.

Dentro de la visión de la UE, la situación actual de GRID parte de la existencia de redes de comunicación en Europa y otras regiones, del surgimiento de iniciativas de desarrollo en el mundo –varias realizadas o apoyadas por la UE– y del desarrollo de aplicaciones científicas y de servicios que cubren muchos aspectos de la e-ciencia.

Figura 3. ¿Dónde vamos?

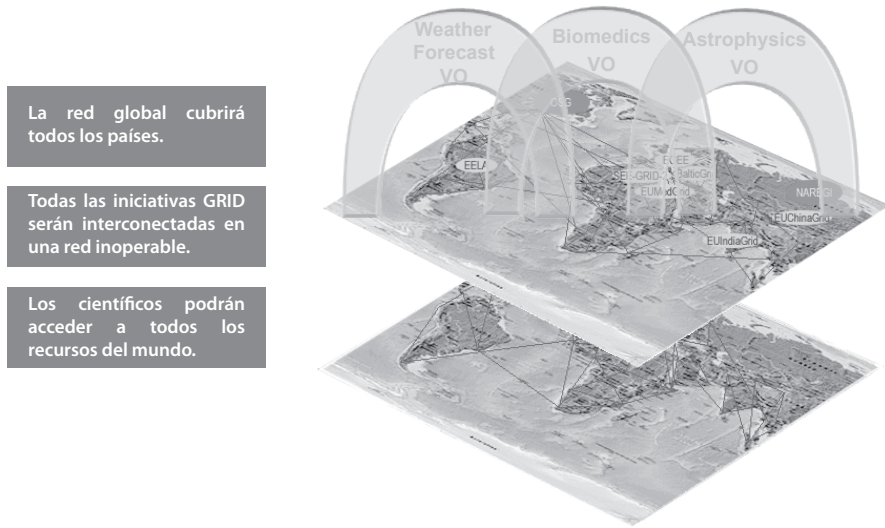


Fuente: IBERGRID and Iberian Plan for the Present and the Future (2007)

Con esta realidad actual se prevé un futuro en el que la red global cubrirá todos los países, mediante potentes conexiones entre los continentes y regiones del planeta. Las ini-

ciativas GRID se conectarán en una red interoperable, de forma que los científicos podrán acceder a todos los recursos del mundo a través de servicios globales accesibles.

Figura 4. ¿Hacia dónde vamos?



Fuente: IBERGRID and Iberian Plan for the Present and the Future (2007)

Europa está caminando de acuerdo con su plan estratégico, que culminará con una “European GRID Initiative” (EGI) potente y estable. Ya se ha decidido la organización de EGI, con sede en Holanda (EGI.org), para coordinar las iniciativas GRID de los países europeos.

Dentro de las funciones de EGI.org se destacan: operar a nivel europeo la infraestructura GRID, proveer servicios GRID, coordinar el desarrollo del *middleware* y dar soporte a las iniciativas GRID nacionales en formación y capacitación.

Dentro de la estructura GRID europea las iniciativas nacionales son fundamentales, repartiéndose las competencias y respon-

sabilidades de forma complementaria con EGI.

En España se viene trabajando en establecer la iniciativa GRID desde el 2002, año en el que se puso en marcha la red temática IrisGrid, con la coordinación y soporte de RedIris, red académica española. En 2005 se publicó el Libro blanco de la e-CIENCIA, en el que participaron todos los grupos científicos involucrados con las tecnologías GRID de entonces. Entre tanto, tales grupos habían consolidado su experiencia mediante la participación en proyectos europeos. En 2006 varios grupos españoles coordinados por CIEMAT –junto a Portugal e Italia– lanzaron el proyecto EELA de la UE, al que han seguido EELA-2 y GISELA, a través de

los cuales se ha extendido a Latinoamérica, gracias a su reciente aprobación, la tecnología GRID desarrollada en Europa. En 2007 el Ministerio de Educación y Ciencia de España lanzó una Acción Especial para crear una red española de e-ciencia, a partir de la cual en 2009 se creó oficialmente la Iniciativa GRID Nacional, integrada en EGI.

La historia citada anteriormente ha estado muy relacionada con la historia de GRID en Portugal, dando lugar a la constitución de la iniciativa Ibergrid que viene intercambiando recursos, promoviendo la colaboración entre los grupos portugueses y españoles y compartiendo recursos de formación y diseminación. Un ejemplo de ello es la conferencia internacional Ibergrid, que se realiza alternativamente en España y Portugal y que ha adquirido un éxito notable.

La Unión Europea está promoviendo activamente GRID y se encuentra en la fase de consolidación de la iniciativa europea EGI, además de contribuir con el desarrollo de tales tecnologías en otras regiones del planeta: Latinoamérica, China, Mediterráneo, Asia y países bálticos. En particular, los proyectos más relevantes para el desarrollo de GRID en Latinoamérica, coordinados por el CIEMAT, han sido los siguientes:

- EELA (E-Infrastructures Shared between Europe and Latin America)
- EELA2 (E-Science Grid Facility for Europe and Latin America)
- GISELA (Grid Initiatives for e-Science Virtual Communities in Europe and Latin America)

El proyecto EELA comenzó en 2006, creando la infraestructura GRID y estimulando

las aplicaciones. En 2008 se inició EELA2 para expandir y consolidar la infraestructura y dar un soporte más amplio a las aplicaciones. Se espera con GISELA consolidar todo el sistema y hacerlo sostenible.

## **ACTIVIDADES DE GRID EN CIEMAT**

El CIEMAT, Organismo Público de España dedicado a la I+D en energía, medioambiente y tecnologías relacionadas, está realizando una decidida apuesta por el desarrollo de las nuevas tecnologías GRID. También participa con el 50% del PIC (Port d'Informació Científica) de Barcelona –que es el ITER1 de LHC para el suroeste de Europa– y ha creado un centro específico en Trujillo (Cáceres) dedicado al desarrollo de GRID en el país, con una vocación importante hacia Latinoamérica. El CIEMAT tiene en su centro de Madrid uno de los grupos más importante del país en informática GRID para la Física de Altas Energías.

## **LA GRID EN LATINOAMÉRICA**

Como se ha venido diciendo, Europa, Estados Unidos, Japón y otras regiones del planeta están desarrollando su infraestructura GRID para la gestión de los sistemas de ciencia y tecnología. Latinoamérica debe ir por esta senda, aprovechando los países más destacados en estas iniciativas y la experiencia de los grupos de investigación. Los proyectos EELA, EELA2 y GISELA pueden ser un buen apoyo, al igual que CLARA (Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas) puede constituirse como un gran referente para poner el sistema en marcha.

El Proyecto GISELA, que se ha iniciado recientemente, tiene como principal objetivo

la sostenibilidad a largo plazo de la infraestructura GRID en Latinoamérica, así como la continuidad y mejora de las organizaciones virtuales existentes, promovidas, en parte, por los proyectos EELA y EELA2. Este proyecto apoyará un primer modelo de LGI (Latin America Grid Initiative), basado en NGIs (Iniciativas Grid Nacionales), en asociación con CLARA y en colaboración con EGI.

La GRID no debe considerarse sólo como una infraestructura al servicio de la nueva ciencia, sino también como una tecnología que dará lugar a un gran número de innovaciones en el mundo industrial, comercial y social. Es por ello muy importante no perder el tren de la e-ciencia.

## CONCLUSIONES

- La ciencia está experimentando un cambio vertiginoso. Se están creando grandes infraestructuras de investiga-

ción, que se aprovecharán de forma óptima gracias a la e-ciencia.

- La innovación, y por tanto la economía, dependen en gran medida del aprovechamiento del movimiento de la e-ciencia.
- Europa, Estados Unidos y demás países avanzados están organizando sus GRID a partir de la creación de los elementos organizativos y técnicos necesarios para su sostenibilidad.
- Latinoamérica debe seguir este camino, creando su LAGRID e incorporándose en la investigación global que se avecina.
- CLARA puede jugar un papel relevante para promover y crear la LAGRID, y GISELA puede ayudar claramente en tal proceso.

## REFERENCIAS

Atkinson, M. y Vander Meer, E. (2009, 24 de junio). *Policy for Supporting Grid and e-Science Education and Training*. Open Grid Forum

Davies, D. (2004, 8 de junio). *GÉANT 2: A New Approach to Networks*. Rhodes (Grecia): Dante.

European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) (2011). *Strategy*

*Report on Research Infrastructures. Road Map 2010*. Luxemburgo: Unión Europea.

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) (2004). *Libro blanco, e-CIENCIA en España*. Madrid.

Linesch, M. (Ed.) (2007, 28 de agosto). *Grid-Distributed Computing at Scale. An overview of Grid and the Open Grid Forum*. Open Grid Forum.