

ES

ES

ES



COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS

Bruselas, 5.3.2009
COM(2009) 108 final

**COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL
CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL
COMITÉ DE LAS REGIONES**

INFRAESTRUCTURAS DE TIC PARA LA E-CIENCIA

**COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL
CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL
COMITÉ DE LAS REGIONES**

INFRAESTRUCTURAS DE TIC PARA LA E-CIENCIA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo de la Comunicación

La presente Comunicación *resalta* el papel estratégico que desempeñan las infraestructuras de TIC¹ como un activo esencial en apoyo de las políticas europeas de investigación e innovación, y hace un *llamamiento* a los Estados miembros y a las comunidades científicas para que, en cooperación con la Comisión Europea, refuercen y coordinen sus esfuerzos para impulsar el desarrollo de unas infraestructuras de TIC —denominadas también *infraestructuras electrónicas*— de clase mundial, a fin de trazar el camino hacia los descubrimientos científicos del siglo XXI.

1.2. Antecedentes de las infraestructuras electrónicas

La innovación, soporte del desarrollo económico, está condicionada por la rapidez de los avances científicos. La ciencia, a su vez, se basa cada vez más en la colaboración transfronteriza y abierta entre investigadores de todo el mundo, y hace un uso intensivo de la computación de gran rendimiento para elaborar modelos de sistemas complejos y procesar resultados experimentales.

El desarrollo de nuevos métodos de investigación que explotan recursos computacionales, colecciones de datos e instrumentos científicos avanzados —en otros términos, la *e-ciencia*— promete revolucionar el proceso de los descubrimientos científicos, tal como hizo el «Renacimiento Científico»², que estableció los cimientos de la ciencia moderna. Es esencial que Europa adopte este cambio subyacente de paradigma a fin de mantener su pujanza competitiva y responder a las expectativas de la sociedad.

Para facilitar una transición rápida a la e-ciencia, la Comisión Europea y los Estados miembros han invertido recursos considerables en *infraestructuras electrónicas*, entre las que destacan la red paneuropea de investigación GÉANT³, los Grids de e-ciencia, las infraestructuras de datos y la supercomputación.

Aspirar al liderazgo mundial en el ámbito de la e-ciencia, crear infraestructuras electrónicas que se configuren como herramientas sostenibles y explotar estas infraestructuras para promover la innovación son los tres vectores en torno a los cuales se articula la estrategia europea renovada en apoyo de la ciencia innovadora de 2020 en adelante. Esta estrategia exige un gran paso adelante en cuanto al tipo e intensidad de las inversiones y una mejor ligazón entre las políticas de investigación y de innovación, así como la coordinación de las estrategias de los Estados miembros y de la Comunidad.

¹ Tecnologías de la Información y la Comunicación.

² M. B. Hall, *The scientific renaissance, 1450-1630*. ISBN 0486281159.

³ La red GÉANT proporciona a científicos de todo el mundo una serie de servicios permanentes que aún no se comercializan (las velocidades actuales oscilan entre los 40 y los 100 *gigabits/s*).

1.3. Infraestructuras electrónicas y contexto político

El Consejo de Competitividad⁴ invitó a los Estados miembros a «alentar a los centros de investigación públicos y privados a que hagan pleno uso de las nuevas formas de difusión de la actividad investigadora (como la ciberciencia o "e-Science"), basadas en redes de investigación internacionales que son posibles gracias a la disponibilidad y a la excepcional calidad de categoría internacional de las infraestructuras de redes de difusión europeas como GEANT y los Grids de la e-ciencia», lo que confirma la necesidad de coordinar las políticas.

Las infraestructuras electrónicas contribuyen en una medida sustancial a los objetivos de la estrategia i2010⁵ y a la visión del Espacio Europeo de Investigación (EEI⁶), y desempeñan un papel esencial en apoyo de la implantación de nuevas instalaciones de investigación, cuyo desarrollo se articula con los foros ESFRI⁷ y e-IRG⁸ en cooperación con los Estados miembros.

En la reunión del Consejo en Liubliana, se insistió en el apoyo al EEI⁹ y se subrayó la necesidad de desarrollar una nueva visión que incluya la libre circulación del conocimiento (la «quinta libertad»), lo que debe facilitarse, en particular, proporcionando acceso a infraestructuras de investigación de clase mundial y compartiendo y aprovechando los conocimientos en todos los sectores y a través de las fronteras. El informe Aho¹⁰, de mayo de 2008, reconoce la importancia de las infraestructuras electrónicas para la innovación.

El informe subraya *el valor añadido europeo de las infraestructuras, la interoperabilidad y las normas transfronterizas*. El estudio ERINA¹¹ confirmó el enorme potencial que presentan las infraestructuras electrónicas en ámbitos que exceden de la investigación, ya que contribuyen a facilitar la transición de tecnologías y servicios innovadores al mercado.

Revisión intermedia de la iniciativa i2010 (mayo de 2008)

La contribución de las TIC a la consecución de los objetivos de Lisboa se potencia con el desarrollo de infraestructuras electrónicas (tales como GÉANT o los Grids de la e-ciencia) que facilitan la construcción de nuevos entornos de investigación, impulsando la productividad y la calidad de la ciencia.

«Informe Aho» (mayo de 2008)

El éxito del desarrollo de las infraestructuras electrónicas ha demostrado la importancia de la intervención europea. [...] El enfoque de las infraestructuras electrónicas debe plasmarse en unas plataformas con una orientación más marcada hacia las aplicaciones y los usuarios. [...] Deben implantarse en sectores como los servicios electrónicos de la Administración (en particular, los contratos públicos), la salud electrónica (aplicaciones transfronterizas), la logística y el transporte. [...]

⁴ Consejo de Competitividad de 22 y 23 de noviembre de 2007

(http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/es/intm/98085.pdf).

⁵ Marco de la política de la UE en el ámbito de la sociedad de la información y los medios de comunicación (www.ec.europa.eu/i2010).

⁶ COM(2007) 161: El Espacio Europeo de Investigación: nuevas perspectivas.

⁷ European Strategy Forum on Research Infrastructures (Foro estratégico europeo sobre infraestructuras de investigación) (www.cordis.europa.eu/esfri).

⁸ e-Infrastructures Reflection Group (Grupo de reflexión sobre infraestructuras electrónicas) (www.e-irg.eu).

⁹ Reunión del Consejo en Liubliana 2008 (<http://register.consilium.europa.eu/pdf/es/08/st10/st10231.es08.pdf>).

¹⁰ Informe Aho: «*Information Society Research and Innovation: Delivering results with sustained impact*», mayo de 2008 (http://ec.europa.eu/dgs/information_society/evaluation/rtd/fp6_ist_expost/index_en.htm).

¹¹ Estudio ERINA (www.erina-study.eu/homepage.asp).

La crisis financiera actual va a ejercer presión sobre los presupuestos nacionales. Sin embargo, tal como subrayó recientemente la Comisión¹², en estas circunstancias es más importante que nunca explorar mecanismos de financiación innovadores para toda una gama de proyectos de infraestructura, incluidas las redes de transporte, energía y de alta tecnología.

2. LAS INFRAESTRUCTURAS ELECTRÓNICAS, ELEMENTO DESENCADENANTE DE UN NUEVO RENACIMIENTO CIENTÍFICO

2.1. El cambio de paradigma de la e-ciencia

El uso de las TIC en todas las fases del proceso científico permitirá una colaboración eficiente entre investigadores de todo el mundo, al tiempo que el recurso creciente a la experimentación *in-silico*¹³ abre nuevas fronteras a la cooperación entre personas y máquinas y a los descubrimientos científicos. Este proceso se conoce como transición de los «laboratorios húmedos»¹⁴ a los «entornos virtuales de investigación», y se trata del aspecto más visible del cambio de paradigma de la e-ciencia.

La sistematización del conocimiento respaldada por la observación y la experimentación fue el rasgo distintivo de la revolución científica del Renacimiento.

La experimentación está alcanzando escalas sin precedentes, abordando lo muy pequeño, lo muy grande y lo muy complejo, de modo que estamos en los albores de un nuevo renacimiento científico.

Por ejemplo, la investigación sobre el cambio climático requiere complejas simulaciones por ordenador que implican el acceso y la recuperación de datos almacenados en repositorios informatizados por todo el mundo; el desafío de crear modelos individualizados de seres humanos para una asistencia sanitaria selectiva exige modelizaciones y simulaciones cada vez más sofisticadas; la emulación del comportamiento de fenómenos peligrosos — desastres nucleares, pandemias, tsunamis, etc.— obliga a los investigadores a experimentar más y más en mundos virtuales en vez de en entornos reales, que resultan más costosos y arriesgados.

Aceleración del proceso de descubrimiento de fármacos

Durante la crisis de la gripe aviar de 2006, los laboratorios asiáticos y europeos utilizaron 2 000 ordenadores en el Grid EGEE¹⁵ para analizar 300 000 componentes de fármacos durante cuatro semanas, lo que equivale a cien años con un solo ordenador. El cribado de fármacos *in silico*, por tanto, puede acelerar el descubrimiento de fármacos nuevos al tiempo que se minimiza el enfoque de ensayo y error en un laboratorio.

Fábricas de datos científicos

El Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN¹⁶ genera 600 millones de colisiones de partículas por segundo. Producirá cantidades enormes de datos que se pondrán a disposición de 7 000 físicos en 33 países a través de GÉANT y de las infraestructuras de e-ciencia.

¿Y si su colega científico fuera un robot?

Los robots están empezando a revolucionar las prácticas de laboratorio y a reducir el

¹² COM(2008) 800 final: Un Plan Europeo de Recuperación Económica.

¹³ *In silico* es una expresión que significa «realizado por ordenador o mediante simulación por ordenador», acuñada por analogía con las expresiones latinas *in vivo* e *in vitro*, que designan los experimentos que se realizan dentro y fuera de un organismo vivo, respectivamente.

¹⁴ Un «laboratorio húmedo» es un laboratorio equipado con instalaciones adecuadas de ventilación, fontanería y material para la investigación científica práctica.

¹⁵ EGEE (Enabling Grids for E-science, Infraestructuras Grid para la e-ciencia) (www.eu-egee.org).

¹⁶ CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear).

La «virtualización» de los experimentos permite a los investigadores de todo el mundo cooperar y compartir datos utilizando redes de investigación avanzadas e infraestructuras Grid.

trabajo repetitivo de los experimentos manuales en «laboratorios húmedos». Automatizan procesos y aceleran la recogida y explotación de datos científicos esenciales para comprender fenómenos complejos y generar conocimientos nuevos.

Estos cambios tienen un efecto transformador sobre las disciplinas científicas al extender sus objetivos y su alcance a otros ámbitos, lo que propicia la investigación interdisciplinar.

Mantener la competitividad ante estos desafíos científicos emergentes exige la colaboración entre equipos y recursos de investigación en Europa y en todo el mundo, la capacidad de utilizar y gestionar conjuntos de datos que crecen exponencialmente y el manejo de entornos de supercomputación para modelizaciones y simulaciones.

Asimismo, requiere la adopción a gran escala de nuevos entornos de investigación dotados de TIC avanzadas para satisfacer de manera efectiva las exigencias sin precedentes de las actuales comunidades científicas en materia de conectividad, computación y acceso a la información.

2.2. Infraestructuras electrónicas para la e-ciencia de hoy y de mañana

Al facilitar los descubrimientos científicos y la innovación, las infraestructuras electrónicas constituyen una herramienta esencial de apoyo a la Estrategia de Lisboa para el Crecimiento y el Empleo.

El Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico (7º PM) ha supuesto un gran impulso para la implantación de infraestructuras electrónicas, no sólo con el objetivo de reforzar la excelencia científica, sino también de promover la innovación y la competitividad industrial.

Si bien en el ámbito de GÉANT y los Grids se ha alcanzado el liderazgo mundial, deben redoblar los esfuerzos para consolidar la posición de Europa en el campo de la supercomputación y garantizar un planteamiento coherente en lo que respecta al acceso a datos científicos y a su preservación.

El crecimiento exponencial del rendimiento del *hardware* (la capacidad de computación se duplica cada dieciocho meses, el almacenamiento cada doce y la velocidad de red cada nueve¹⁷) y las exigencias científicas (de alcanzar la escala *exa*¹⁸) plantean exigencias y desafíos nuevos de cara al diseño de las infraestructuras electrónicas de 2020.

Simulación en la ingeniería a gran escala

La simulación por ordenador es esencial para la ingeniería moderna. La producción de artefactos modernos, como aeronaves, automóviles o aparatos de uso personal, se basa en modelizaciones y simulaciones complejas y en la cooperación entre investigadores e ingenieros.

Las infraestructuras electrónicas deben incluir una gama más amplia de funcionalidades, tales como nuevas generaciones de *software* de sistemas y aplicaciones, máquinas virtuales, plataformas de prestación de servicios, herramientas de visualización o motores de búsqueda

¹⁷ Leyes de Moore y Gilder comúnmente aceptadas sobre la evolución tecnológica.

¹⁸ En Japón y en los Estados Unidos están empezando a desarrollarse programas informáticos que alcanzan la escala *exa* (1 *exa* = 1000 *peta* = 1000000 *tera*), cuyo horizonte temporal se sitúa en 2020.

semántica, a fin de ayudar a los equipos interdisciplinarios a transformar *bits, bytes y flops*¹⁹ en descubrimientos científicos y productos de ingeniería compleja.

El desarrollo de las infraestructuras electrónicas en tanto que plataforma estratégica para apuntalar el liderazgo europeo en la ciencia y la innovación es tanto una necesidad como una oportunidad. Esta labor exige que los Estados miembros, la Comisión Europea y las comunidades científicas redoblen sus esfuerzos para impulsar las inversiones en infraestructuras electrónicas y garantizar una coordinación adecuada y la coherencia de las estrategias de los Estados miembros y la Comunidad.

2.3. Una estrategia renovada

No cabe imaginar la investigación en 2020 sin un uso intensivo de infraestructuras electrónicas sofisticadas, por lo que Europa debe comprometerse a adoptar una estrategia renovada para abordar los desafíos y prioridades correspondientes. Esta estrategia debe articularse en torno a tres ejes esenciales: la e-ciencia, las infraestructuras electrónicas y la innovación.

- En primer lugar, Europa debe convertirse en un polo de excelencia en el campo de la e-ciencia que explote la multidisciplinariedad y la colaboración mundial para combinar capacidades y recursos complementarios en la aplicación de simulaciones de alta intensidad computacional. Así pues, Europa necesita fortalecer su capacidad investigadora en la supercomputación.
- El segundo eje de la estrategia citada tiene por objetivo consolidar las infraestructuras electrónicas como plataformas de investigación permanente a fin de garantizar la continuidad en la investigación. La atención debe centrarse en la prestación ininterrumpida de servicios de calidad y en la sostenibilidad a largo plazo de las infraestructuras electrónicas, lo que requiere la coordinación de iniciativas a escala nacional y de la UE y la adopción de modelos de gobernanza adecuados.
- El tercer eje se centra en el potencial innovador de las infraestructuras electrónicas. La transferencia de conocimientos a otras áreas (salud electrónica, servicios electrónicos de la Administración, aprendizaje electrónico) y el uso de las infraestructuras electrónicas en su calidad de plataformas eficientes para la experimentación tecnológica a gran escala [p.ej., Internet del futuro, procesamiento paralelo masivo y «laboratorios vivientes» (Living Labs)] son algunas de las dimensiones por explorar.

Esta estrategia se pondrá en marcha mediante una serie de iniciativas concretas en los distintos ámbitos estructurales de las infraestructuras electrónicas. El éxito de su aplicación dependerá de la coordinación de esfuerzos y del compromiso reforzado por parte de las entidades de financiación nacionales y de la UE.

3. EUROPA, PIONERA

3.1. Estado actual de las infraestructuras electrónicas

En la actualidad, las infraestructuras electrónicas se estructuran en cinco ámbitos conexos que, en su conjunto, ofrecen toda una gama de funciones y servicios:

¹⁹ FLOPs – FLoating point Operations Per second (operaciones en coma flotante por segundo): unidad de medida del rendimiento de los ordenadores.

- **GÉANT** es la mayor red de comunicaciones *multigigabit* del mundo dedicada a la ciencia y la enseñanza. En Europa, GÉANT atiende ya a unas 4 000 universidades y centros de investigación y conecta 34 redes nacionales de investigación y enseñanza. Está unida a redes similares de otras zonas del mundo, formando una única red mundial de investigación (desde los Balcanes, el Mar Negro y las regiones mediterráneas hasta Asia, Sudáfrica y América Latina). La posición de liderazgo de GÉANT se ha logrado gracias a un modelo de gobernanza consolidada según el cual las redes nacionales de investigación y enseñanza garantizan la implantación necesaria a escala nacional y coordinan de manera colectiva la aplicación de la red paneuropea alineando las diversas opciones estratégicas y tecnológicas y poniendo en común recursos financieros nacionales y europeos.

¿Qué es una *infraestructura electrónica*?

Una infraestructura electrónica es *un entorno en el cual los recursos de investigación (hardware, software y contenidos) son accesibles y pueden compartirse fácilmente allí donde resulte necesario a fin de promover la mejora y la eficacia de la investigación.*

Un entorno de estas características integra redes, Grids y *middleware*, recursos informáticos, bancos de trabajo experimentales, repositorios de datos, herramientas e instrumentos, así como el apoyo operativo para la colaboración virtual mundial en la investigación.

¿Qué es un Grid?

Un Grid es un servicio para el uso compartido de potencia computacional y capacidad de almacenamiento de datos a través de Internet. Va mucho más allá de la conexión entre ordenadores, y en última instancia su objetivo consiste en convertir la red informática mundial en un vasto recurso computacional para aplicaciones a gran escala que implican un uso intensivo de ordenadores y datos.

- **Los Grids de e-ciencia** han surgido en respuesta a las necesidades de las disciplinas científicas más exigentes —como la física de partículas o la bioinformática— para compartir y combinar la potencia de ordenadores e instrumentos científicos sofisticados, a menudo únicos. Con el apoyo de los programas marco de la UE, Europa acoge hoy los Grids multidisciplinares de mayor dimensión. El proyecto EGEE reúne en un Grid multidisciplinar más de 80 000 ordenadores en 300 instituciones repartidas en cincuenta países de todo el mundo, al servicio de miles de investigadores. El proyecto DEISA²⁰ proporciona un entorno europeo de supercomputación permanente y de calidad que conecta los once supercomputadores más potentes del continente.
- En el ámbito de los **datos científicos**, se está abordando la proliferación acelerada y descontrolada de datos, que, de no ser gestionada, podría minar la eficiencia del proceso de descubrimiento científico²¹. Así pues, es esencial desarrollar herramientas y métodos nuevos para garantizar la disponibilidad, el tratamiento y la preservación de cantidades inmensas de datos. El panorama de los repositorios de datos en Europa es bastante heterogéneo, pero hay una base sólida para desarrollar una estrategia coherente que supere la fragmentación y permita a las comunidades de investigación mejorar la gestión, la aplicación, el uso compartido y la preservación de datos. Los proyectos que gozan de financiación europea en el ámbito de las infraestructuras de datos científicos comparten

²⁰ Distributed European Infrastructure for Supercomputing Applications (Red Europea Distribuida para las Aplicaciones de Supercomputación) (www.deisa.eu).

²¹ COM(2007) 56: La información científica en la era digital.

una visión común: todo tipo de recursos de contenido científico (informes científicos, artículos de investigación, datos experimentales o de observación, medios ricos, etc.) debe ser fácilmente accesible como una plataforma de conocimientos compartidos a través de servicios de infraestructuras electrónicas de fácil utilización.

- Las infraestructuras electrónicas de **supercomputación** abordan los desafíos complejos, caracterizados por una alta intensidad de datos, derivados de la necesidad de proporcionar a la ciencia moderna las nuevas capacidades computacionales y de simulación que requiere. El interés estratégico de los Estados miembros y de la comunidad científica en los servicios de computación y simulación de alto rendimiento ha llevado a la creación de una nueva infraestructura electrónica denominada PRACE²², que cuenta con el apoyo del programa Capacidades del Séptimo Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico.
- **Las comunidades virtuales de investigación mundiales**, anticipándose a la llegada de los paradigmas de investigación 2.0²³, han abierto perspectivas nuevas para la colaboración multidisciplinar transfronteriza entre comunidades de investigación. Se está produciendo un cambio cultural en la manera en que se produce y difunde el conocimiento científico, lo que está impulsando la aparición de comunidades virtuales de investigación mundiales. Europa está contribuyendo ya a la innovación del proceso científico permitiendo a las comunidades científicas utilizar infraestructuras electrónicas a fin de abordar los desafíos de alcance mundial en el campo de la investigación.

3.2. Las infraestructuras electrónicas de 2020 en adelante

La respuesta de Europa a los desafíos que plantea la e-ciencia a largo plazo exige un planteamiento más eficiente y coordinado de las inversiones europeas en infraestructuras científicas de clase mundial. Las infraestructuras electrónicas proporcionan respuestas comunes a distintas necesidades de los usuarios, por lo que son cruciales para impulsar la excelencia científica, promover las asociaciones científicas mundiales y estimular el desarrollo de capital humano de gran calidad, al tiempo que garantizan las economías de escala. Las infraestructuras electrónicas son bienes públicos que respaldan las políticas de enseñanza, investigación e innovación. Así pues, es esencial la participación activa de las autoridades públicas en la fijación de prioridades y estrategias.

La capacidad única de **GÉANT** de posibilitar una colaboración creadora entre investigadores gracias a la conectividad de alta velocidad y sus servicios avanzados es uno de los éxitos más prominentes de Europa. Si Europa quiere preservar el orgullo de su tradición de innovación y descubrimientos en la ciencia más allá de 2020, es necesario que GÉANT aproveche su extraordinario rendimiento para alcanzar la dimensión de la escala *exa* y contribuir al diseño de la Internet del futuro.

Hoy en día, la sostenibilidad de los **Grids de e-ciencia** depende en gran medida de la pujante demanda de las comunidades de usuarios científicos que trabajan juntos en proyectos financiados con cargo a programas nacionales y comunitarios. Esta situación conlleva un riesgo de disfunción y se está

Iniciativas Grid nacionales (NGI)

Las iniciativas Grid nacionales son entidades con una misión de servicio público consistente en integrar recursos de financiación a escala nacional para la prestación de servicios basados en

²² Partnership for Advanced Computing in Europe (Asociación por la computación avanzada en Europa) (www.prace-project.eu).

²³ El concepto de investigación 2.0 se refiere al uso de la tecnología web 2.0 para impulsar la creatividad, el uso compartido de información y la colaboración en la investigación.

empezando a ser un obstáculo para la explotación plena de los Grids.

infraestructuras Grid. Proporcionan a las comunidades nacionales de investigación una plataforma única para la prestación de una serie de servicios basados en una infraestructura Grid común.

Los ciclos de desarrollo tecnológico breves, articulados en torno a proyectos concretos, pueden socavar la interoperabilidad de las infraestructuras Grid, obstaculizando la cooperación interdisciplinar y las economías de escala. Los proyectos EGEE y DEISA han recorrido ya un largo trecho en la combinación de disciplinas y la coordinación de estrategias. Para garantizar la sostenibilidad a largo plazo, estos esfuerzos deben plasmarse en verdaderos modelos de organización paneuropea que abran las infraestructuras electrónicas Grid a todas las disciplinas científicas y complementen las estrategias nacionales de financiación de la ciencia. Se están desarrollando varias **Iniciativas Grid nacionales** para responder de manera coordinada y efectiva a las necesidades de las disciplinas científicas en materia de recursos computacionales.

El objetivo de las **infraestructuras electrónicas de datos científicos** consiste en desarrollar un ecosistema de repositorios digitales europeos, combinando y añadiendo valor a los repositorios nacionales y disciplinares, a fin de responder a la necesidad de los Estados miembros de mejorar el acceso a la información científica.

Datos, datos y más datos...

Los repositorios de datos bioinformáticos están creciendo exponencialmente en tamaño. En 2012, la información añadida cada año a un solo repositorio de datos habrá alcanzado los 4 *petabytes* anuales, lo que equivale a una hilera de CD de diez kilómetros de longitud.

La aparición de una «ciencia de grandes datos» presenta una dimensión global²⁴, ya que refleja el valor creciente de los datos brutos fruto de la experimentación y la observación en prácticamente todos los campos de la ciencia (ciencias humanas, biodiversidad, física de partículas, astronomía, etc.). Europa necesita prestar una atención especial a la accesibilidad, garantía de calidad y preservación de las colecciones de datos esenciales. Por ejemplo, las políticas europeas en materia de medio ambiente cuentan con el respaldo de la Directiva Inspire²⁵, cuyo objetivo es establecer una infraestructura europea de información espacial para la prestación de servicios integrados de datos espaciales. En un entorno heterogéneo de datos digitales, en el que se estima que sólo el 28 % de los resultados de investigaciones se gestiona en repositorios digitales²⁶, debe desarrollarse una estrategia nueva para la gestión de la información científica y las políticas conexas, basada en las actividades pioneras de los actores esenciales del mundo científico (LEBM, AEE, ECMWF, CERN²⁷, etc.) y de instituciones y bibliotecas académicas.

La **supercomputación** se ha definido como una de las prioridades clave para impulsar el rendimiento científico de Europa. Esto exige una estrategia nueva para la participación del sector privado y la coordinación entre las autoridades de financiación²⁸. Al abordar los aspectos estratégicos, políticos, técnicos, financieros y de gobernanza ligados a la supercomputación, PRACE está dando un gran impulso a la movilización de recursos

²⁴ Programa DataNet de la National Science Foundation (Fundación Nacional para la Ciencia) de los Estados Unidos (<http://www.nsf.gov/pubs/2008/nsf08021/nsf08021.jsp>).

²⁵ Directiva 2007/2/CE por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire).

²⁶ «Investigative Study of Standards for Digital Repositories and Related Services» DRIVER (<http://dare.uva.nl/document/93727>).

²⁷ LEBM (Laboratorio Europeo de Biología Molecular), AEE (Agencia Espacial Europea), ECMWF (Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo), CERN (Organización Europea de Investigación Nuclear).

²⁸ Europa ha estado subrepresentada en los *ranking* mundiales de la computación de alto rendimiento (<http://www.top500.org/>).

nacionales considerables para desplegar un ecosistema de supercomputadores de escala *peta* en Europa, con el objetivo de alcanzar la escala *exa* de rendimiento en 2020.

A fin de respaldar eficientemente la e-ciencia y liderar las **comunidades virtuales de investigación mundiales**, Europa ha de seguir desarrollando infraestructuras electrónicas de clase mundial capaces de apoyar modelos participativos nuevos. Este reto ofrece una oportunidad única de consolidar el papel de la investigación europea en un contexto mundial en plena evolución.

Si se quiere explotar plenamente el potencial de la colaboración científica mundial, sin embargo, han de resolverse algunas cuestiones, tales como el choque de culturas entre distintas disciplinas, la necesidad de repensar los modelos de organización y el establecimiento de mecanismos de garantía de calidad y de modelos económicos.

Asimismo, resulta de importancia crucial la implantación de nuevas estrategias para el desarrollo tecnológico de las infraestructuras electrónicas a fin de obtener soluciones con perspectivas de futuro basadas en normas abiertas, que puedan mantenerse y perfeccionarse a lo largo del tiempo y valorizar las inversiones en instalaciones de investigación, instrumentos de gran alcance o únicos, etc.

4. INICIATIVAS EUROPEAS

El éxito de la aplicación de una estrategia renovada dependerá de la puesta en marcha de una serie de iniciativas concretas centradas en distintos ámbitos de las infraestructuras electrónicas europeas y de la creación de sinergias entre ellas.

4.1. Consolidación del liderazgo mundial de GÉANT

GÉANT, en estrecha colaboración con las redes nacionales de investigación y enseñanza, debe seguir proporcionando a los investigadores, docentes y alumnos una conectividad permanente de máxima calidad con un nivel de rendimiento mucho mayor, a fin de reducir las barreras de acceso a recursos e instrumentos distribuidos. Debe reforzar su perspectiva mundial integrando a las regiones avanzadas con las regiones en desarrollo²⁹.

GÉANT debe asimismo integrar las más recientes tendencias tecnológicas en el ámbito de la creación de redes y apoyar la experimentación en los nuevos paradigmas que llevarán a la Internet del futuro³⁰.

Se invita a los Estados miembros a que refuercen la coordinación de las políticas nacionales y europeas en el ámbito de las redes de investigación y enseñanza.

Se invita a los Estados miembros y las comunidades de investigación a que apoyen y utilicen GÉANT en su calidad de plataforma experimental que llevará a la Internet del futuro.

La Comisión, a través del 7º PM y de la cooperación internacional, seguirá prestando su su apoyo permanente a GÉANT para consolidar su capacidad y su perspectiva mundial.

²⁹ Inspirándose en iniciativas como ALICE (<http://alice.dante.net>), EUMEDconnect (www.eumedconnect.net) o TEIN2 (www.tein2.net), con el apoyo de las DG RELEX, DEV y AIDCO.

³⁰ Apoyando iniciativas como FIRE – Future Internet Research & Experimentation (Programa de investigación y experimentación sobre la Internet del futuro) (<http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fire/>).

4.2. Estructuración del panorama de Grids de e-ciencia

Los Grids de e-ciencia europeos del futuro deberán seguir desarrollándose a partir de los resultados de las iniciativas actuales, impulsados por las necesidades comunes de las distintas disciplinas científicas, y conseguir que el sector privado los adopte.

No obstante, para consolidar su sostenibilidad a largo plazo, los modelos de gobernanza deben evolucionar hacia una Iniciativa Grid Europea (EGI), basada en las iniciativas Grid nacionales (NGI) emergentes.

Se invita a los Estados miembros a que refuercen y sigan desarrollando iniciativas Grid nacionales (NGI) que sirvan de base para una estrategia europea renovada.

La Comisión respaldará el proceso de transición hacia nuevos modelos de gobernanza de los Grids de e-ciencia europeos, así como su implantación eficiente para que puedan estar al servicio de una amplia gama de campos de investigación, garantizando la interoperabilidad tecnológica de los Grids mundiales.

4.3. Mejora del acceso a la información científica

Las infraestructuras electrónicas europeas y nacionales deben abordar el nuevo reto que supone una ciencia centrada en los datos. Para conseguirlo, Europa debe implantar un ecosistema coherente y gestionado de repositorios de datos científicos. Europa necesita definir políticas coherentes para mejorar el acceso a la información científica (p. ej., que se ajusten a las indicaciones de la propuesta de ESFRI relativa a los datos científicos, a la Comunicación sobre la información científica en la era digital: acceso, difusión y preservación³¹ y al proyecto piloto sobre acceso abierto del 7º PM³² lanzado en 2008).

Se invita a los Estados miembros y a las comunidades científicas a que incrementen las inversiones en infraestructuras de datos científicos y promuevan el uso compartido de las mejores prácticas.

Dentro del 7º PM, la Comisión reforzará las inversiones catalizadoras en infraestructuras de datos científicos en apoyo de las políticas de accesibilidad y preservación.

4.4. Creación de una nueva generación de instalaciones de supercomputación

En consonancia con la hoja de ruta de ESFRI³³, Europa debe desplegar un nuevo ecosistema de recursos computacionales para alcanzar la escala de rendimiento de *petaflops* en 2010 y la escala *exa* en 2020. Este desafío requiere focalizar la atención en el desarrollo y la actualización de *software* y modelos de simulación para explotar la potencia de las nuevas generaciones de supercomputadores, así como impulsar las actividades de investigación y desarrollo en tecnologías instrumentales de *hardware* y *software* en los tramos superior e inferior de la cadena de valor, concretamente en materia de sistemas y componentes avanzados, *software* de sistemas y aplicaciones, modelización y simulación.

Para construir, gestionar y explotar estas nuevas capacidades de investigación, Europa ha de desarrollar estructuras de organización nuevas a partir de la labor precursora de PRACE. Además, deben explotarse las oportunidades que ofrecen las asociaciones público-privadas y

³¹ COM(2007)56: Comunicación de la Comisión: «La información científica en la era digital: acceso, difusión y preservación.»

³² http://ec.europa.eu/research/science-society/open_access.

³³ La hoja de ruta ESFRI define infraestructuras de investigación nuevas para atender las necesidades de las comunidades científicas europeas a largo plazo (www.cordis.europa.eu/esfri/roadmap.htm).

la contratación precomercial³⁴ con objeto de aprovechar las inversiones en este campo estratégico.

A tal fin, las inversiones europeas en supercomputación deberán repercutir de manera patente en el sector privado.

Se invita a los Estados miembros a que incrementen y aúnen las inversiones en apoyo de PRACE y en ámbitos de investigación conexos, en plena coordinación con la Comisión.

La Comisión va a lanzar iniciativas para definir y respaldar un ambicioso programa estratégico europeo en el ámbito de la supercomputación, que abarcará desde los componentes y sistemas hasta el *software* y los servicios necesarios.

4.5. Acogida de comunidades virtuales de investigación mundiales

Europa necesita explotar las infraestructuras electrónicas para liberar el gran potencial innovador de la investigación multidisciplinar y ayudar a sus investigadores a explotar sus ventajas. Debe garantizar, asimismo, que las disciplinas científicas se estructuren y articulen de manera que puedan beneficiarse plenamente de los servicios facilitados por las infraestructuras electrónicas. Para cumplir este objetivo, deben redoblar los esfuerzos en materia de formación a fin de que los investigadores puedan optimizar el uso de estas infraestructuras.

Los Estados miembros y la Comisión han de garantizar que, en el futuro, las inversiones en instalaciones de investigación se destinen a explotar al máximo las infraestructuras electrónicas.

Se invita a los Estados miembros y a las comunidades científicas a que adopten el paradigma de la e-ciencia y sigan explotando las ventajas de las infraestructuras electrónicas.

La Comisión va a reforzar sus actividades integradoras en el marco del 7º PM para promover la creación de comunidades virtuales de investigación europeas más fuertes y estimular el uso compartido de mejores prácticas, *software* y datos.

5. CONCLUSIONES

El apoyo a las políticas de investigación e innovación es crucial si Europa quiere estar a la altura de los enormes desafíos que van a plantearse en los diez o quince próximos años. La ciencia va a experimentar cambios radicales de funcionamiento. Los investigadores deberán afrontar unos niveles de complejidad sin precedentes para abordar unos desafíos científicos que tendrán un impacto social mundial. Será esencial reunir los conocimientos procedentes de los distintos ámbitos de la ciencia.

Las infraestructuras electrónicas proporcionan las plataformas subyacentes para las aplicaciones altamente computacionales que hacen posible la colaboración para combinar los conocimientos de los distintos campos científicos. Van a surgir nuevas formas de organización —por ejemplo, organizaciones virtuales de alcance mundial— a partir del uso de entornos de red muy distribuidos, tales como GÉANT.

La intensificación y coordinación de los esfuerzos de los Estados miembros, la Comisión Europea y las comunidades científicas acelerarán el ritmo de despliegue de las

³⁴ COM(2007) 799: La contratación precomercial: impulsar la innovación para dar a Europa servicios públicos de alta calidad y sostenibles.

infraestructuras electrónicas, a fin de incrementar su capacidad y funcionalidad en varios órdenes de magnitud.

La estrategia renovada para alcanzar el liderazgo en la e-ciencia, desarrollar infraestructuras electrónicas de clase mundial y explotar el potencial de innovación en la actividad investigadora es crucial para que Europa se erija como polo de excelencia científica y socio de dimensión verdaderamente mundial en el ámbito científico.