

Reuna

I Congreso Nacional de e-Ciencia



e-Ciencia

"e-Ciencia para el Chile del Bicentenario:
Experiencias, Procesos y Políticas"

CAPÍTULO II**PRIMER CONGRESO NACIONAL DE E-CIENCIA**

46

Objetivo General

46

Objetivos Específicos

46

Estructura del Congreso

46

Comité Científico

48

Integraron el Comité:

48

CAPÍTULO III**PANELISTAS INTERNACIONALES Y PONENCIAS**

50

Tony Hey

50

Título de la Ponencia:

51

Louis O. (Bob) Hertzberger

52

Primera ponencia: e-Ciencia y Grid, el Laboratorio Virtual para e-Ciencia

53

Segunda ponencia: De la Bioinformática a la e-Biociencia

54

Evaluación del Primer Congreso Nacional de e-Ciencia:

55

Robert Christopher Smith

57

Título de la Ponencia: e-Ciencia en Astronomía: De los Fotones a los Petabytes. La Astronomía en la Era de las Mediciones a Gran Escala y los Observatorios Virtuales

57

Robert Michael Woodcock

59

Ponencia: Hacia la Geociencia Orientada al Servicio. See Grid y APAC Grid

59

Evaluación del Primer Congreso Nacional de e-Ciencia:

61

St. Arnaud

61

Ponencia: e-Ciencia y Redes de Investigación y Desarrollo. "Google triturando todo"

62

Evaluación del Primer Congreso Nacional de e-Ciencia:

63

Roberto Barbera

64

Ponencia: Grid como Plataforma para la e-Ciencia: La Experiencia de EELA en e-Infraestructura

65

Evaluación del Primer Congreso Nacional de e-Ciencia:

67

Rajkumar Buyya	68
Título de la ponencia: <i>Middleware</i> de Gridbus: Construyendo Grids Utilitarias para el Empoderamiento de las Aplicaciones de e-Ciencia	68
Evaluación del Primer Congreso Nacional de e-Ciencia:	70

CAPÍTULO IV

“E-CIENCIA PARA EL CHILE DEL BICENTENARIO” EL DEBATE FINAL 72

Participantes	72
Bill St. Arnaud	72
Fabrizio Gagliardi	72
Gonzalo Herrera	73
Louis O. (Bob) Hertzberger	73
Manuel Krauskopf	73
Pablo Valenzuela	75
Paola Arellano	76
Rafael Benguria	76
Raúl Burgos	77
Ricardo Reich	77
Roberto Barbera	78
Thierry de Saint Pierre	78
Moderador: Florencio Utreras	79
Estructura del Debate	79
Reproducción del Foro	80
Parte 1, Motivación: ¿Un programa de e-Ciencia para Chile?	80
Parte 2, Visión: ¿Un programa de e-Ciencia para Chile?	93
Parte 3, Debate: ¿Un programa de e-Ciencia para Chile?	110
Preguntas y Comentarios	116
AGRADECIMIENTOS	123

Introducción

“La e-Ciencia se trata de colaboración global en áreas clave de la ciencia y de la infraestructura de la próxima generación que la posibilitará.”¹

“La e-Ciencia cambiará la dinámica del modo en que la ciencia es emprendida.”²

John Taylor
Director General de Consejos de Investigación
Oficina de Ciencia y Tecnología
Reino Unido

1. Taylor, John, citado en *Defining e-Science*, National e-Science Centre, Reino Unido [Consulta 27 de diciembre de 2006] <<http://www.nesc.ac.uk/nesc/define.html>>.

2. Ídem 1.

Resumen

El desarrollo de la Ciencia se enfrenta hoy a importantes desafíos en el mundo. Las diversas áreas de aplicación en las que actúa la comunidad científica global requieren, cada vez más, de un acceso a múltiples recursos que se encuentran –ya sea por razones económicas, políticas o geográficas– espacialmente dispersos. Esto evidentemente revela la necesidad que posee la comunidad científica mundial, de disponer de una infraestructura que permita y facilite los procesos colaborativos en la investigación y el compartir los conocimientos que a partir de ella surgen.

La posibilidad de disponer de una gran capacidad de cálculo y de almacenamiento de datos, de establecer consultas en esas bases de datos distribuidas, de utilizar instrumental científico especializado, de acceder a recursos de simulación y visualización, y a aplicaciones colaborativas, es imprescindible para abordar los retos científicos que ha impuesto la sociedad de la información.

Son precisamente estos imprescindibles y los procesos que ellos marcan lo que mundialmente se denomina hoy como e-Ciencia. En términos simples, este concepto define a aquellas actividades científicas que se desarrollan a través de la utilización de recursos geográficamente distribuidos a los que se accede mediante redes de datos. Pero recursos como los señalados no se satisfacen con la Internet comercial, ellos requieren de las redes de alta velocidad dedicadas a la investigación –las denominadas Redes Académicas Avanzadas o Redes de Investigación y Desarrollo–. Éstas y las aplicaciones de trabajo colaborativo que en ellas se desarrollan, están creando un escenario ideal para la interacción efectiva entre los investigadores.

Gracias al esfuerzo común de ingenieros, académicos e investigadores visionarios, el 11 de diciembre de 1991, por acuerdo del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH), se constituye formalmente REUNA, la Red Universitaria Nacional, como una corporación de derecho privado sin fines de lucro. Sólo un año después, la institución establece la primera conexión (enero de 1992) de Chile y Sudamérica a la denominada red de redes: Internet. Hoy, REUNA, la red académica nacional de investigación y educación, conecta a 16 instituciones nacionales entre sí y, mediante RedCLARA, a América, Europa y al resto de las Redes Académicas Avanzadas del mundo. Nada de trivial hay en esto, pues contar con la red de REUNA,

GREUNA, nos habla de la existencia en Chile de la infraestructura de red requerida para el desarrollo de la e-Ciencia, adelanto que impactará positivamente el avance del conocimiento, de la industria y, por tanto, de la sociedad. Este nuevo ejercicio de la Ciencia que facilita e impulsa la colaboración entre grupos de investigación nacionales e internacionales, a través del eficiente empleo de los centros y/o recursos y redes, y al surgimiento de nuevas modalidades para compartir el conocimiento, redundarán en un nuevo impulso a la tecnología, que posibilitará la apertura de nuevos mercados y nuevas formas de interacción (en nuestro ámbito habríamos de decir colaboración) y desarrollo de proyectos.

El país cuenta con las condiciones para, con una visión integradora, trabajar en la construcción de un programa nacional de e-Ciencia, con potencialidades de colaboración equivalentes a las que se están constituyendo en Europa, Estados Unidos, Canadá, Australia y Asia. Aplazar su desarrollo alejaría a Chile, a los científicos chilenos, de los países que ya disponen de programas de e-Ciencia, con los que lideran este central ámbito del desarrollo local y mundial.

En este marco, REUNA, con el patrocinio de la Academia Chilena de Ciencias, el apoyo del Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología de CONICYT, y el respaldo de empresas e instituciones de fomento a la investigación y desarrollo, realizó los días 6 y 7 de septiembre de 2006, en el NH Hotel – Santiago, el Primer Congreso Nacional de e-Ciencia: “e-Ciencia para el Chile del Bicentenario: Experiencias, Procesos y Políticas”.

El objetivo de la conferencia fue “dar a conocer las tendencias y desarrollos mundiales de programas de e-Ciencia y su aplicación en áreas específicas, e iniciar una discusión sobre los beneficios, impactos, necesidad y factibilidad de implementar una política nacional de e-Ciencia como estrategia de apoyo a la investigación en Chile”. La meta se cumplió y nuevos compromisos se adquirieron al cabo de las dos intensas jornadas de trabajo, a saber: concretar acciones tendientes a la generación de un programa nacional de e-Ciencia, y realizar un libro que reflejara lo ocurrido en septiembre 6 y 7 de 2006, que sirviera no sólo como un registro de las ideas y los hechos, sino que además como una plataforma ideológica base para sustentar la planificación y las estrategias a seguir en la pavimentación del camino que, en este nuevo modo de hacer Ciencia, Chile comienza a emprender. Respecto del compromiso inicial, REUNA, con el respaldo del Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología, desarrollará el I Taller de e-Ciencia y el II Congreso Nacional de e-Ciencia, en mayo y septiembre de

2007 (respectivamente), abriendo nuevas instancias para el desarrollo de Chile en esta arena. En lo que se refiere al libro comprometido, está ya en sus manos.

Ahora, la invitación es a recordar o aproximarse a esta experiencia que buscaba aprender de los procesos y políticas que países que están en la vanguardia del desarrollo científico y tecnológico han implementado con éxito, haciendo de la e-Ciencia no sólo el paradigma actual para investigadores, científicos y académicos, sino una herramienta de crecimiento y desarrollo económico y social.

Ideas Fuerza

Los siguientes párrafos, corresponden a algunas de las alocuciones que mejor resumen el contenido y desarrollo del Foro que se desarrolló en el segundo día del Congreso, en lo que se refiere a las temáticas y los desafíos planteados para Chile en el marco global de la e-Ciencia, el desarrollo científico y tecnológico y la innovación. Éstas se constituyen en las ideas fuerza que serán el motor que, esperamos, conducirá a Chile hacia la constitución de una política nacional de e-Ciencia³.

Bill St. Arnaud: “La razón por la cual las empresas están participando en estos proyectos de e-Ciencia es que ellas ven que esta tecnología se trasladará rápidamente hacia el sector industrial.

“Chile era como Canadá, un país pequeño basado en sus recursos, y ahora con las redes y este tipo de herramientas de e-Ciencia, puedes ofrecer servicios y nuevas capacidades a empresas y consumidores de todo el mundo. Chile está a sólo un clic de distancia y esto es lo que será transformador para países pequeños como Chile y Canadá”

Louis O. (Bob) Hertzberger: “Si lees este informe” [Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena 2005”⁴] entonces encontrarás, de hecho, todos los argumentos a favor de la e-Ciencia, ya que ahí se dice que otro aspecto que ha contribuido a la internacionalización de nuestros investigadores es el aumento extraordinario de la complejidad y la competitividad de la

3. Los perfiles de los panelistas aquí citados, se encuentran en el Capítulo IV de este libro.

4. Academia Chilena de Ciencias. 2005. Este documento se encuentra disponible para su descarga en: <<http://www.academia-ciencias.cl/docs/noticias/estudio.pdf>>.

investigación Científica, ahora bien, ese es el argumento para optar por la e-Ciencia.”

Fabrizio Gagliardi: “Estoy pensando que es probable que toda esta discusión sobre e-Ciencia no sea necesaria, ya que la e-Ciencia no es una alternativa para Chile sino que un DEBER, y no sólo para Chile si no que para todos.

“Por lo tanto, dado el tremendo aumento de las redes es normal que también los científicos quieran colaborar más con el resto del mundo, para acceder a instrumental científico y compartir datos. Así que la Ciencia ha sido en gran medida internacional, y si contamos con una comunidad internacional de usuarios, necesitamos brindarles una infraestructura internacional de computación y de redes a la que normalmente denominamos e-Ciencia.”

“Si queremos ser la economía más competitiva del mundo, necesitamos la e-Ciencia más competitiva”⁵.

“Si quieres ser competitivo, necesitas la e-Ciencia para producir nuevas ideas y luego aplicar estas ideas a la implementación comercial a fin de generar nuevos productos, nuevos servicios, crear una vertiente industrial y esta vertiente genera empleos y hace que el país sea competitivo.”

Roberto Barbera: “Y existe otro estudio llevado a cabo en Japón, en el que las cifras indican que una actualización más rápida de la tecnología de Mallas puede aumentar el producto bruto de Japón en 3 a 6 puntos de aquí al año 2010; si conviertes esta cifra a millones de dólares, es una enorme cantidad de dinero.”

Pablo Valenzuela: “Desde el punto de vista de estrategia país, encuentro que la infraestructura, las redes y la posibilidad de estar allá, sin estar allá, van a ser claves”.

Ricardo Reich: “Si queremos aprovechar mejor nuestros recursos humanos, una idea es poder integrarlos, hacerlos trabajar en conjunto, aprovechar las capacidades y el equipamiento que es disperso y tan limitado, de tal manera que con esta sinergia, saquemos más de lo que es el ‘dos más dos, cuatro’ y lleguemos a sacar ‘dos más dos, ocho’.”

5. Mariano Gago, Ministro de Ciencia, Tecnología y Educación Superior de Portugal, citado por Gagliardi.

Gonzalo Herrera: “La e-Ciencia debe ser un instrumento para fortalecer la vinculación de la Ciencia con la empresa en aquellas áreas donde el almacenamiento y la transmisión de los datos y la información sea muy importante, por ejemplo, temas como prospección minera”.

Pablo Valenzuela: “Pero, como somos muy pocos necesitamos saltar, estar cerca de ellos, ellos están todos juntos, estoy hablando del Hemisferio Norte versus el Hemisferio Sur. Estamos lejos, necesitamos esa conectividad. También creo que es muy necesaria para la infraestructura para la e-Ciencia”.

Thierry de Saint Pierre: “Creo que para Chile, que es un país pequeño y con recursos limitados, es imprescindible usar los recursos en forma eficiente y, por lo tanto, construir una plataforma e infraestructura compartida, tanto de servicios computacionales, como de infraestructura de laboratorios usados por las universidades y las empresas, es parte de esa política y es un desafío para las agencias gubernamentales”.

Fabrizio Gagliardi: “Yo estoy seguro de que dada la calidad de la investigación que hemos observado en Chile, con una buena infraestructura de e-Ciencia podrán además influir en y atraer inversiones de otros países y ser aún más exitosos, también desde un punto de vista industrial”.

Capítulo I

1. e-Ciencia

El concepto de e-Ciencia se refiere a las actividades científicas que deberán desarrollarse, cada vez más, mediante colaboraciones globales distribuidas y accesibles a través de *redes*. *“En el futuro, la e-Ciencia se referirá a la ciencia a gran escala que será progresivamente llevada a cabo a través de colaboraciones globales posibilitadas por Internet. Típicamente, una característica de tales iniciativas científicas colaborativas es que ellas requerirán acceder a muy grandes colecciones de datos, recursos computacionales de muy gran escala y visualización de alto desempeño que apoye a cada usuario científico.”*⁶

e-Ciencia, como concepto, fue introducido por John Taylor, Director General de Consejos de Investigación en la Oficina de Ciencia y Tecnología (OST, su sigla en inglés) del Reino Unido, quien vio cómo muchas áreas de la Ciencia comenzaban a depender en forma creciente de las nuevas modalidades de trabajo colaborativo y multidisciplinario. Básicamente, el término acuñado por Taylor lo que hace es otorgar una denominación única, y hoy mundialmente reconocida, a ese nuevo modelo y modo de trabajo.

Fox y Walker, en su estudio *“e-Science Gap Analysis”*, explican de modo más sencillo lo que Taylor capturó en su concepto y profundizan en la definición de esta nueva modalidad de trabajo: *“e-Ciencia se refiere a la ciencia que es posibilitada por la rutina de uso de recursos de computación distribuida por parte de los usuarios finales – científicos. A pesar de que la e-Ciencia puede ser, como metodología, utilizada por científicos de modo individual, es más efectiva cuando es usada para permitir las colaboraciones globales distribuidas, que involucran a grandes números de personas y recursos de gran escala. La e-Ciencia hace que esas colaboraciones sean más productivas al romper las barreras para la comunicación y la interacción, y al hacer más accesibles los valiosos recursos, tanto para las personas como para otros sistemas computacionales. Así, el resultado final es una mejor ciencia.”*⁷

6. *Defining e-Science*, National e-Science Centre, Reino Unido [Consulta 05 de enero de 2007] <<http://www.nesc.ac.uk/nesc/define.html>>.

7. Fox, Geoffrey (Indiana University); Walker, David (Cardiff University), *e-Science Gap Analysis*, 30 de junio de 2003, Part II: e-Science and its Technologies, punto 3 e-Science, pg. 15. [Consulta 11 de enero de 2007] <<http://grids.ucs.indiana.edu/ptliupages/publications/GapAnalysis30June03v2.pdf>>.

Este tipo de actividad científica cooperativa, que ya es una realidad en Europa, Norte América y Asia, requiere de soluciones tecnológicas que permitan el acceso a dichos recursos, una red que soporte las transacciones de datos y una infraestructura que opere sobre esa red, precisamente la infraestructura que se encargará de transportar y almacenar dichos datos y, claro, soportar los cálculos que con ellos se desarrollen.

La infraestructura que permite esta revolución en el trabajo científico es hoy mundialmente denominada Grid (Malla).

Una de las definiciones más precisas respecto de lo que es una Grid ha sido escrita por uno de los denominados “padres” de la Grid, Ian Foster, del Laboratorio Nacional Argonne y la Universidad de Chicago (Estados Unidos): “(...) una Grid es un sistema que: 1) coordina recursos que no están sujetos a un control central... (...) 2) ...utilizando interfaces y protocolos estándares, abiertos... (...) 3) ...para entregar calidades de servicio únicas.”⁸

El término Grid proviene de la denominación que se otorga en inglés a la red de suministro eléctrico: *Grid*. A semejanza del tendido eléctrico, la Grid que es la infraestructura base para la e-Ciencia, es una red de computadores, supercomputadores y otros dispositivos de procesamiento, que operan -en conjunto con aplicaciones diseñadas para el uso de estos recursos computacionales- sobre redes comunicacionales (redes de datos avanzadas).

No sólo el tramado que la compone hace análoga a la tecnología Grid con las redes de suministro eléctrico, sino también su esencia: la idea es ofrecer un único punto de acceso a un conjunto de recursos distribuidos geográficamente (supercomputadores, clusters, almacenamiento, fuentes de información, instrumentos, etc.). De este modo, los sistemas distribuidos entre distintas organizaciones, se pueden emplear como un único sistema virtual (Organizaciones o Laboratorios Virtuales) en aplicaciones intensivas en datos, bases de datos, instrumentos científicos o aquellos con gran demanda computacional. Esta nueva tendencia supone un cambio radical en la colaboración de sistemas conectados en redes y, en particular, en la computación de altas prestaciones, debido a su enorme potencial en lo que respecta al intercambio y gestión de recursos.

8. Ian Foster, *What is the Grid? A Three Point Checklist*, 20 de Julio de 2002, pgs.2 y 3 [Consulta 12 de enero de 2007] <<http://www-fp.mcs.anl.gov/~foster/Articles/WhatIsTheGrid.pdf>>.

La evolución hacia la e-Ciencia representa una gran oportunidad para lograr una amplia aceptación y difusión de la tecnología Grid, que puede extenderse, al igual que lo hizo el WWW, desde su ámbito original en el área de la computación científica, al de las aplicaciones comerciales.

La Grid, esta infraestructura para la e-Ciencia “proporcionará al investigador los recursos necesarios (computacionales, informativos, etc.) para su trabajo desde una única interfaz que tenga las siguientes características: sencilla, transparente, ágil, fiable, segura, permanente y económica”⁹

En cuanto a la tecnología que posibilita la construcción de Grids, la más utilizada en entornos científicos es Globus Toolkit, un software de código fuente abierto impulsado por la Globus Alliance. Ésta ha sido seleccionada como estándar de facto por las doce compañías más importantes del sector de computación de altas prestaciones (Compaq, Cray, SGI, Sun Microsystems, Entropia, IBM, Microsoft, Platform Computing y Veridian, en Estados Unidos; y Fujitsu, Hitachi y NEC, en Japón). La versión actual de Globus, basada en Arquitectura de Servicios de Grid Abiertos, muestra una clara convergencia hacia la tecnología de *Web Services* (Servicios Web), empleada en el campo del *e-Business* (e-Negocio). Esto representa una gran oportunidad para lograr una amplia aceptación y difusión de la tecnología Grid, que, como se indicó dos párrafos atrás, puede extenderse tal como lo hizo la WWW.

Otro elemento clave dentro de la infraestructura de e-Ciencia es el *Middleware* o software intermedio. Conceptualmente, el *Middleware* se sitúa entre los usuarios o aplicaciones y los recursos a utilizar para resolver complejos problemas de ingeniería o científicos. Éste provee un grupo común de servicios y herramientas que permite a los investigadores y a las aplicaciones, tratar a los repositorios de datos, recursos de cómputo y otros recursos distribuidos, como si fuesen un gran recurso virtual.

Considerando los aspectos antes mencionados, podemos decir, entonces, que una plataforma de e-Ciencia (vea la Figura 1) debe estar constituida por:

- Software Intermediario o *Middleware*, el cual se divide en dos partes:
 - *Middleware* común: permite a las aplicaciones de *software*

9. FECYT - Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Libro blanco e-CIENCIA en España 2004, pgs. 10 y 11 [Consulta 03 de enero de 2007] <<http://www.fecyt.es/documentos/e-Ciencia.pdf>>.

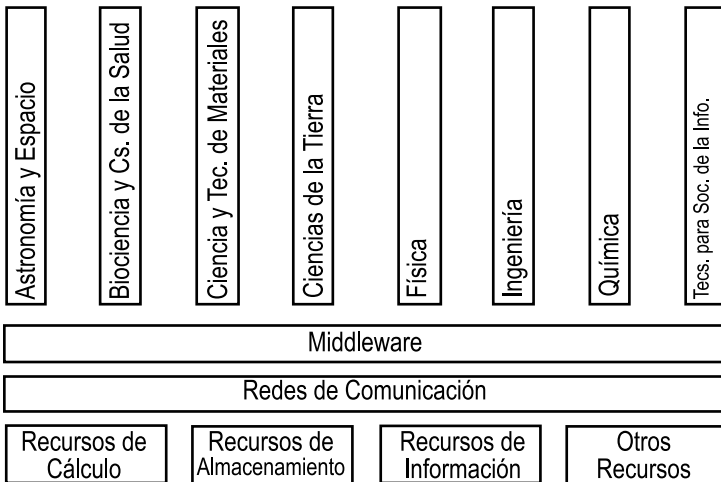
particulares de cada disciplina científica, acceder de manera coordinada y transparente a los recursos computacionales disponibles. Un ejemplo de este tipo de *Middleware* es Globus Toolkit, que permite el monitoreo de recursos, seguridad y acceso, registro de usuarios, protocolos de comunicación, etc.; y

- *Middleware* específico: aplicaciones de *software* específicas a cada área científica, que deben tener módulos de interconexión con el *Middleware* común, módulos que se encarguen de la interacción con las bases de datos, poder realizar simulaciones numéricas en un entorno Grid, módulos de visualización de imágenes, señales, proceso, etc.
- Recursos computacionales o de instrumental científico, distribuidos.
- Una red de datos, que dé acceso a los recursos computacionales.

Dentro de los recursos distribuidos de apoyo en las labores de investigación, se pueden identificar:

- Recursos computacionales.
- Colecciones de datos.
- Aplicaciones especializadas.
- Instrumental científico.
- Herramientas de colaboración.
- Información científica.

Taxonomía de la e-Ciencia



Fuente: FECYT.

Ahora bien, no es la Internet comercial la que es capaz, como red, de soportar los enormes volúmenes de datos que se manejan a nivel científico, sino la Internet Avanzada, esto es, las Redes Académicas Avanzadas, también llamadas Redes de Investigación, las que permiten a aquellos que trabajan en investigación y educación, el colaborar y compartir información y recursos a través de una serie de redes interconectadas.

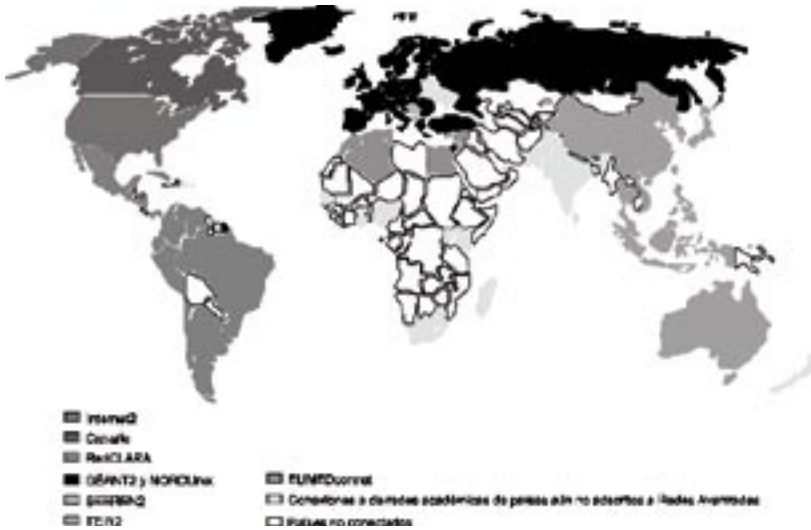
Las Redes Académicas Avanzadas tienen un propósito multifuncional, con dos objetivos primarios:

- Actúan como infraestructuras de gran capacidad de información y comunicación, basadas en el estado del arte de las tecnologías para apoyar el trabajo de los investigadores.
- Facilitan la investigación en su cimiento, al proveerle una plataforma para implementar nuevos servicios y tecnologías avanzadas de redes, mediante el establecimiento de camas de prueba.

Las Redes Académicas Avanzadas, han sido posibles gracias a la rápida evolución de las tecnologías de telecomunicación y, particularmente, de las de comunicación de datos. Ellas existen en la vanguardia de los desarrollos tecnológicos y son ideales para la experimentación con nuevos servicios antes de que ellos estén disponibles para el mercado.

La serie de Redes Académicas Avanzadas interconectadas forman una infraestructura global de información y comunicación de enorme capacidad, la plataforma ideal para pruebas experimentales de nuevos servicios, usos, aplicaciones y tecnologías avanzadas de red. En este espacio, al que Chile sólo puede acceder mediante REUNA, se desarrollan y mejoran métodos de trabajo e investigación, que refuerzan la colaboración entre equipos, técnicos, académicos y científicos, ubicados en distintos puntos del planeta.

A nivel global, estas redes han sido base fundamental del desarrollo científico de las regiones avanzadas, y ello ha significado que los países y regiones estén haciendo importantes esfuerzos para su continua actualización e integración. Actualmente, las redes más poderosas son la paneuropea GÉANT2, Canarie de Canadá, Trans-Eurasia Information Network - TEIN2, Internet2 de los Estados Unidos y, en América Latina, RedCLARA.

Figura 2: Mapa de Redes Avanzadas en el Mundo.

El conjunto de estas infraestructuras, *redes y Middleware*, permitirá –como ya se ha indicado- a la comunidad científica y de investigación, acceder a los recursos de manera sencilla, ágil, segura, permanente y económica. Las diferentes entidades que dispongan de infraestructura de cálculo y de almacenamiento podrán poner éstas a disposición de una comunidad más amplia a través de la Grid, como ya viene ocurriendo en aquellos países y entre aquellas comunidades que ya cuentan con la plataforma. Lo mismo se aplica a la información generada y almacenada en repositorios, la que podrá ser compartida eficientemente con personas autorizadas. Además, se podrán operar remotamente instrumentos como telescopios, microscopios, capturadores de imagen, entre otros.

Como se ha establecido, diversas áreas de la investigación podrán beneficiarse del desarrollo de la e-Ciencia; y hoy esto ya es una necesidad en Astronomía, Biociencias, Ciencia y Tecnología de Materiales, Ciencias de la Tierra, Física, Ingeniería, Química y Tecnologías para la Sociedad de la Información.

2. Desarrollo de la e-Ciencia en el mundo

El desarrollo de la e-Ciencia tendrá un impacto científico debido a la explotación eficiente de centros o recursos de excelencia y la existencia de nuevas formas de compartir conocimiento; un impacto tecnológico, ya que permitirá abrir nuevos mercados y nuevas formas de colaboración y desarrollo de proyectos; y un impacto social, pues proveerá de acceso para vencer la brecha tecnológica.

Por las áreas temáticas que abordan y proyectan abordar, y las características tecnológicas y de red que requieren las soluciones de Grid, o de infraestructura para la e-Ciencia, en el mundo, los programas y políticas de e-Ciencia y las iniciativas o proyectos en infraestructura Grid, son lideradas o cuentan con una activa participación de las Redes Académicas de cada país –que actúan en conjunto con sus universidades o instituciones asociadas– y, a la vez, mediante las Redes Avanzadas, se relacionan o interactúan directamente con las Redes Académicas de otros países y continentes.

Y es que ya no caben dudas respecto de la importancia del desarrollo de la e-Ciencia y cada vez son más los proyectos que exploran las posibilidades que ofrece la infraestructura requerida para esta modalidad de trabajo científico, la Grid, también denominada como e-Infraestructura.

*“Las Grid son un sueño y una herramienta para realizar aún mayores sueños. Hoy, la mayoría de las grid son pequeñas y orientadas a la investigación. Ellas están a algunos pasos de la costa y dentro de un vasto e inexplorado océano. Mañana, la Grid será una máquina única y de funcionamiento continuado para la invención científica. Enlazará petaflops de poder de cómputo, petabytes de datos, códigos de simulación y modelamiento de todo tipo, sensores e instrumentos alrededor del globo, y herramientas para descubrir y manejar estos recursos. En su escritorio y a su antojo, usted tendrá acceso al mundo y a sus ventajas computacionales. Lo que usted haga con ellos, es el sueño mayor”¹⁰; claramente estas líneas que dan la bienvenida a *What is the Grid?*, sitio desarrollado por NCSA, nos hablan de un horizonte ilimitado de posibilidades primero para la e-Ciencia y luego, claro, para la sociedad.*

10. Bell, J William; et al, *What is the Grid?* NCSA – National Center for Supercomputing Applications at the University of Illinois at Urbana-Champaign, 2002 [Consulta 12 de enero de 2007] <<http://access.ncsa.uiuc.edu/witg/index.html>>.

Desde el punto de vista de Chile, si bien este tipo de investigación está en sus inicios, es claro que la incorporación de estas soluciones permitirá incrementar, además, las actividades colaborativas a nivel nacional, potenciando los diversos recursos de investigación dispuestos para ello. Un ejemplo importante son la constitución de laboratorios "virtuales", que permiten la integración de diversos recursos de investigación distribuidos en distintas organizaciones, pero compartidos por grupos de investigación en el marco de una estructura de trabajo colaborativo definida. Además, si el país desea avanzar de manera sólida y más rápida hacia su desarrollo, no puede estar ajeno a iniciativas que potencien la investigación científica, mejorando y optimizando el uso de los recursos disponibles y potenciando su capacidad para integrarse en proyectos con la comunidad científica internacional.

En lo que respecta a la escena global, la punta de lanza en materia de desarrollo de e-Ciencia y para la e-Ciencia, es el caso del Reino Unido, que cuenta con un programa nacional de e-Ciencia desde el año 2000, sirviendo como referente para muchas otras iniciativas que se están llevando a cabo a nivel mundial. En el año 2004 se produce un elevamiento del tema, y mientras Alemania anuncia la puesta en marcha de su programa D-Grid, para establecer proyectos en diversas áreas de aplicación y desarrollar el *Middleware* necesario, en España se publica *El Libro Blanco de la e-Ciencia*¹¹, que define una estrategia posible a seguir para la implementación de un programa de este tipo en la península y propone el estudio crítico de las iniciativas desarrolladas a nivel internacional; entre tanto, Australia envía una misión al Reino Unido para examinar su programa de e-Ciencia a fin de compararlo con las directrices australianas¹². En este mismo año, del otro lado del Atlántico, en Estados Unidos de Norteamérica, la Fundación Nacional de Ciencia (NSF, su sigla en inglés) señala que invertirá mil millones de dólares adicionales por año, para el establecimiento y desarrollo de un programa de Ciberinfraestructura Avanzada, de dichos fondos un tercio serán invertidos en actividades y tecnologías relativas al *Middleware*.

A continuación se entregará una visión un poco más detallada de algunas iniciativas internacionales relevantes.

11. FECYT - Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, *Libro blanco e-CIENCIA en España 2004*, <<http://www.fecyt.es/documentos/e-Ciencia.pdf>>.

12. The Australian Academy of Technological Sciences and Engineering, *Report of a Mission to the UK to examine the UK eScience Programme in the context of Australian eResearch Initiatives*, U.K. eResearch Mission, April 2004 <<http://www.atse.org.au/uploads/escience.pdf>>.

2.1 Reino Unido

Inglaterra ha sido uno de los países que más sólida y consistentemente ha trabajado en materia de e-Ciencia, no sólo a partir de la iniciativa de ingenieros y científicos, sino desde las bases gubernamentales. Desde su inicio, en el año 2001, *el UK e-Science Programme*¹³ (Programa de e-Ciencia del Reino Unido) desarrollado y establecido mediante los programas de aplicaciones líderes del Consejo de Investigaciones (*Research Council*) y un Programa Central (*Core Programme*) para desarrollar y posicionar en el mercado soluciones tecnológicas genéricas, ha generado un impacto significativo en el establecimiento de un internacionalmente reconocido y respetado portafolio de actividades en beneficio del desarrollo científico.

El Programa de e-Ciencia del Reino Unido es una respuesta a la rápida evolución y penetración de las tecnologías que están cambiando el cómo se realiza la investigación, especialmente cuando utiliza masivas cantidades de datos y requiere la colaboración de equipos virtuales multidisciplinarios o de acceso a cómputo de alto rendimiento. El Programa también reconoce que estas tecnologías producen nuevas oportunidades para permitir y promover la colaboración, y asegura que éstas, a su debido tiempo, influenciarán profundamente a los negocios, los gobiernos y a la sociedad en su conjunto.

El Programa de e-Ciencia inglés, que avizora que su desarrollo permitirá la colaboración global en áreas claves de la Ciencia y la creación de la infraestructura que permitirá el avance hacia la investigación de la próxima generación, ha sido financiado en dos fases, la primera referida al período 2001-2004, contó con un monto de £120 millones (aproximadamente \$120 mil millones), y la segunda, para el período 2003-2006, sólo estuvo £5 millones por debajo de su antecesora. Estos fondos fueron proporcionados por la Oficina de Ciencia y Tecnología (OST) y por el Departamento de Industria y Comercio (DTI), con significativas contribuciones de la industria, particularmente en *Middleware* de Grid y en su despliegue en sistemas operacionales para aplicaciones reales. En cuanto a su distribución, aproximadamente dos tercios de los montos fueron para el desarrollo de investigación relevante dentro del programa de e-Ciencia (a través de los Consejos de Investigación Científica - *UK Scientific Research Councils*), y para el desarrollo de infraestructura, la coordinación y el soporte a los proyectos pilotos de investigación (mediante el Programa Central - *Core Programme*).

13. <<http://www.research-councils.ac.uk/escience/>>.

En el ámbito del *Core Programme*, el Reino Unido ha establecido un Centro Nacional de e-Ciencia (en Edimburgo) y ocho centros regionales de e-Ciencia. Además, se han establecido ocho centros de excelencia en e-Ciencia en áreas de investigación definidas como de interés, en un amplio espectro que cubre desde las Ciencias Sociales hasta la Astronomía.

Tres son los componentes principales del Programa de e-Ciencia del Reino Unido:

1. Un Instituto de Infraestructura de *Middleware* Abierta (*Open Middleware Infrastructure Institute* - OMII).
2. Un Centro de Apoyo a la Grid (*Grid Support Centre* - GSC).
3. Varios centros nacionales y regionales, además de centros de excelencia en e-Ciencia.

OMII y GSC realizan un trabajo conjunto y coordinado para facilitar la adquisición, coordinación, desarrollo e integración del *Middleware* requerido por las comunidades de e-Ciencia y para dar soporte a los proyectos pilotos y a las comunidades en los centros regionales, los que emplean los ambientes del *Middleware* y la Grid.

Algunas de las responsabilidades del OMII son:

- Trabajar con las organizaciones de gobierno, investigación, industria y académicas, para definir, desarrollar y coordinar la infraestructura de *Middleware* necesaria.
- Entregar a los asociados programas de difusión y de capacitación, tales como, talleres, seminarios, conferencias y entrenamiento, desarrollo y distribución de documentación de soporte, guías de mejores prácticas, etc.
- Trabajar muy de cerca con comunidades de investigación específicas (en: Física, Astronomía, Ingeniería, Biomedicina, Medio Ambiente y Ciencias Sociales – Humanidades), en el desarrollo de proyectos pilotos o de prueba, que sirvan para evaluar las tecnologías de *Middleware* y apoyar con su configuración.
- Coordinar y facilitar las actividades de colaboración internacional.

El rol del GSC, complementario al del OMII, es el de administrar la operación, los recursos y la infraestructura de la Grid nacional para la investigación; sus responsabilidades incluyen:

- Definir políticas de seguridad, entregar certificados de autorización.
- Monitorear la red y proveer servicios y herramientas a los usuarios.
- Probar, implementar e integrar nuevas herramientas de *Middleware*.
- Operar una mesa de ayuda y entregar soporte y mantención a las comunidades de usuarios.

Los centros regionales proporcionan soporte local y asistencia, con el desarrollo de los proyectos pilotos para las comunidades y las industrias específicas de investigación, empleando el *Middleware* desarrollado por el OMII. Cada uno de estos centros tiene, en sus instalaciones, los elementos necesarios para el desarrollo de la e-Ciencia y junto con las comunidades de investigación relacionadas, proveen una red para la difusión de conocimiento y tecnologías del OMII y del GSC.

Tan decidir ha sido el trabajo del Programa de e-Ciencia del Reino Unido, que el 12 de septiembre de 2006 fue galardonado, en la inauguración de la conferencia GridWorld desarrollada en la ciudad de Washington (Estados Unidos), con el prestigioso premio internacional *GRIDtoday Readers' and Editors' Choice Awards*, tras ser elegido por un selecto grupo de líderes internacionales en Grid y tecnologías de información orientadas al servicio como la *"organización de investigación que ha demostrado la más innovadora implementación de Grid en investigación gubernamental"*. GRIDtoday es la más respetada publicación semanal en línea dedicada a cubrir los desarrollos de la computación Grid y las tecnologías de información orientadas a la prestación de servicios.¹⁴

"El Programa de e-Ciencia del Reino Unido -iniciativa del Consejo de Investigaciones y el Departamento de Comercio e Industria del Reino Unido-, está impulsando el desarrollo de tecnologías de Grid para abrir las posibilidades a nuevas vías para realizar investigación de modo más rápido, mejor y diferente, a objeto de establecer una e-Infraestructura nacional sustentable para la investigación y la innovación, lo que se une a los objetivos del Marco de Inversión para la Ciencia e Innovación 2004-2014 del Gobierno inglés. La e-Ciencia y la e-Infraestructura están así, contribuyendo al éxito económico del Reino Unido".¹⁵

2.2 Estados Unidos

Varias y significativas son las iniciativas de Middleware para la e-Ciencia que están siendo financiadas en los Estados Unidos, pero tres de ellas son las consideradas como principales:

14. UK e-Science Programme Wins GRIDtoday Award <<http://www.gridtoday.com/grid/888759.html>>.

15. Research Councils UK, *UK e-Science Programme wins award for leadership in grid computing*, Notes for editors, punto 4 [Consulta 12 de enero de 2007] <<http://www.rcuk.ac.uk/escience/news/gridtoday.htm>>.

- Iniciativa de Middleware de la Fundación Nacional de Ciencias (*NSF Middleware Initiative*).
- Iniciativa *Middleware* de Internet2.
- Grid del Departamento de Energía (DOE) para la Ciencia.

2.2.1 Iniciativa Middleware de la NSF (NMI)

La Fundación Nacional de Ciencia (*National Science Foundation - NSF*) estableció, en el año 2001, el NMI (*National Middleware Initiative*) para definir, desarrollar y mantener una infraestructura nacional integrada de *Middleware*. Las actividades del NMI facilitan la compartición de recursos científicos -tales como telescopios, sistemas de supercomputadores y aceleradores lineales- y de recursos comunes (bases de datos, directorios y calendarios). Además, ha enfatizado la exploración de las formas en que la computación Grid puede ser integrada en el ámbito empresarial y universitario. En particular, el NMI financia el Centro de Investigación en Integración, Desarrollo y Apoyo de Grids (*Grid Research Integration Deployment and Support Center - GRIDS¹⁶*) y el Consorcio de Integración de Tecnologías de Empresa y Escritorio (*Enterprise and Desktop Integration Technologies Consortium - EDIT¹⁷*).

GRIDS y EDIT trabajan en conjunto con los socios de la NFS para la infraestructura computacional avanzada y con la industria privada; ellos están definiendo, desarrollando y soportando una infraestructura nacional integrada de *Middleware*, para aplicaciones de ciencia e ingeniería. Los componentes desarrollados en las universidades y los laboratorios nacionales, los cuales se encuentran disponibles libremente, están diseñados para apoyar o llenar las funciones requeridas por la comunidad de investigación en áreas tales como la autenticación y autorización del usuario, identificación y asignación del recurso, gestión de trabajo, y calendarización. Las herramientas y los procedimientos NMI, también aseguran que el *Middleware* esté disponible sobre una amplia variedad de sistemas, incluyendo ambientes de producción en campus y laboratorios.

16. <<http://www.grids-center.org/>>.

17. <<http://www.nmi-edit.org/index.cfm>>.

2.2.2 Iniciativa Middleware Internet2 (I2-MI)

I2-MI (*Internet2 Middleware Initiative*¹⁸) es una actividad del consorcio Internet2: 206 universidades trabajando, en sociedad, con la industria y el Gobierno estadounidense, para desarrollar y desplegar los usos avanzados de las tecnologías de red. A través de los grupos de trabajo Internet2, los miembros del consorcio están colaborando en las siguientes áreas técnicas: aplicaciones, infraestructura de red, ingeniería, y *Middleware*. Cada área tiene un director asignado que es el responsable de las actividades en su grupo de trabajo.

2.2.3 Grid de Ciencia DOE (Departamento de Energía)

La Oficina de Ciencia del Departamento de Energía de los Estados Unidos¹⁹, proporciona más del 40% del financiamiento destinado a las ciencias Físicas en los Estados Unidos. Ésta, también administra diez laboratorios de clase mundial. A menudo llamados “joyas de la corona” del sistema de infraestructura de investigación nacional, estos laboratorios fueron creados hace más de 50 años, y hoy son el más extenso sistema de investigación de este tipo en el mundo.

El proyecto de Grid de Ciencia DOE²⁰ está diseñado para reducir o eliminar las barreras para el uso coordinado de los recursos administrador por el DOE, sin importar la ubicación física de los mismos ni la de los usuarios que acceden a ellos. El proyecto proporcionará una infraestructura Grid y servicios desplegados en la comunidad DOE; el objetivo es crear una plataforma y herramientas basadas en conceptos tales como: acceso remoto a facilidades en línea, colaboración a distancia, compartición de Petabytes de datos, y computación distribuida de gran escala. El resultado debiera generar cambios revolucionarios en un amplio rango de las disciplinas científicas del DOE.

El principal objetivo del Grid de Ciencia DOE es proveer una ciberinfraestructura de servicios Grid basados en estándares que soporten los proyectos colaborativos de gran escala del DOE. En esta línea, las realizaciones más importantes incluyen:

18. <<http://middleware.internet2.edu/>>.

19. <<http://www.er.doe.gov/>>.

20. <<http://doesciencegrid.org/>>.

- Construcción de una Grid entre las cinco mayores instalaciones del DOE (LBNL, ANL, ORNL, NERSC y PNNL), con un complemento inicial de recursos de cómputo y datos.
 - Integración del NERSC - Centro Nacional de Investigación de Energía Cómputo Científico (*National Energy Research Scientific Computing Center- NERSC*); además de sistemas de almacenamiento de gran escala dentro de la Grid.
 - Diseño y despliegue de una infraestructura de seguridad que facilite la colaboración entre Estados Unidos y Europa, en temas de Física de Altas Energías.
 - Una infraestructura para monitoreo y supervisión de los recursos que facilita la administración de este sistema ampliamente distribuido y la construcción de aplicaciones para Ciencia distribuida de alto desempeño.
- Uso de la infraestructura Grid para aplicaciones de varias disciplinas, entre otras: Modelamiento Climático y Bioinformática.
 - Permite el uso colaborativo e interactivo de los datos masivos que producirán los instrumentos científicos de próxima generación.
 - Facilita la colaboración científica a gran escala entre los grandes Laboratorios Federales y las universidades.

2.3 Europa, Proyecto EGEE

El proyecto EGEE²¹ (*Enabling Grids for E-Science in Europe* – Posibilitando Grids para la e-Ciencia en Europa) ha ayudado a integrar los esfuerzos desarrollados a nivel nacional y regional en el tema de Mallas, a fin de crear una infraestructura Grid europea que soporte las actividades de investigación en e-Ciencia. Esta infraestructura está siendo construida sobre la red de investigación paneuropea GÉANT2 y busca explotar la experiencia en Grid que se ha generado en proyectos tales como: European DataGrid y las iniciativas de Grid nacionales de UK e-Science Programme (Reino Unido), INFN Grid (Italia), Nordugrid (Noruega) y otros.

Hasta hace algunos años no existía un único proyecto u organización que fuera responsable por coordinar la implementación de una infraestructura de e-Ciencia para toda Europa, EGEE ha asumido esta misión y hoy coordina e integra los programas nuevos a los ya existentes. Para una

21. <<http://www.eu-egee.org/>>.

administración eficiente dentro de EGEE, la comunidad europea de Grid ha sido estructurada en diez regiones o federaciones, éstas son: CERN, Europa Central, Francia, Alemania/Suiza, Irlanda/Reino Unido, Italia, Europa del Norte, Rusia, Europa del Sudeste y Europa del Sudoeste. Esta estructura ha llevado a varios de los socios a integrar sus esfuerzos regionales en Grid, para proveer recursos coordinados al proyecto EGEE. Además, Estados Unidos está participando como socio sin acceso a financiamiento y está en vistas el establecimiento de una federación Estados Unidos-Europa, y una participación similar para la región Asia-Pacífico (incluyendo a Japón y Australia) es un panorama altamente deseable para la Unión Europea.

EGEE reúne a expertos de más de 30 países con el objetivo común de aprovechar los recientes avances en tecnología Grid y desarrollar una infraestructura Grid de servicios que esté disponible para los científicos 24 horas sobre 24, los 365 días del año, independiente de la ubicación física de los investigadores. El proyecto también busca atraer a un amplio espectro de nuevos usuarios a la Grid.

Los objetivos principales de EGEE son:

- Mejorar y mantener permanentemente el *Middleware* para entregar un servicio confiable a los usuarios.
- Atraer a nuevos usuarios desde la industria, así como de la ciencia, y asegurar que ellos reciban el alto estándar de entrenamiento y soporte que necesitan.
- Combinar esfuerzos Grid nacionales, regionales y temáticos, para generar una infraestructura Grid sin par para la investigación científica, y para construir una Grid que permita sustentar investigación en la industria y los negocios.

EGEE está proporcionando una infraestructura Grid de producción de calidad, que atraviesa más de 30 países con más de 150 sitios que provienen de distintos dominios científicos, incluyendo algunos como Geología, Física de Altas Energías, Bioinformática y Astrofísica.

2.4. España

España ha venido trabajando durante los últimos cuatro años a objeto de estructurar un programa de e-Ciencia a nivel nacional. Ya en marzo del 2004, impulsado por la Comisión de Ciencias e Ingenierías y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), se conformó un grupo de expertos con el fin de elaborar un *Libro Verde*²² que: identificara los recursos

existentes en España, reconociera la necesidad de distintas aplicaciones, y determinara las acciones para el uso global de la infraestructura.

En octubre de ese mismo año se llevó a cabo un seminario-debate que pretendía determinar acciones y políticas de apoyo, todo lo cual sería plasmado en el *Libro Blanco de la e-Ciencia en España 2004*²³. Las principales conclusiones y directrices apuntadas en este libro son:

- Diversas áreas de investigación podrán beneficiarse del desarrollo de la e-Ciencia. En el documento se han considerado ocho áreas (Astronomía y Espacio, Biomedicina y Ciencias de la Salud, Ciencia y Tecnología de Materiales, Ciencias de la Tierra, Física, Ingeniería, Química y Tecnologías para la Sociedad de la Información), aunque el programa de e-Ciencia aportaría, sin duda, beneficios a otras aplicaciones.
- El desarrollo de la e-Ciencia, en general, tendrá un impacto científico con la explotación eficiente de centros o recursos de excelencia y la existencia de nuevas formas de compartir el conocimiento; un impacto tecnológico, ya que permitirá abrir nuevos mercados y nuevas formas de colaboración y desarrollo de proyectos. Demorar su desarrollo alejaría demasiado a España de los países que ya disponen de un programa de e-Ciencia.

Para evitar esta demora y como conclusión, el *Libro Blanco* propone una serie de acciones y recomendaciones:

- Al MEC (Ministerio de Educación y Ciencia), que lance una acción estratégica incluida en el Programa Nacional I+D+I [Investigación, Desarrollo e Innovación] 2004-2007, que cree un Comité Asesor y/o de Gestión, que nombre representantes para la coordinación internacional y que asegure la disponibilidad de recursos.
- A la FECYT, que nombre un coordinador interno y un Grupo de Expertos, que facilite los encuentros para realizar acciones concretas (estructuración de una plataforma nacional, formación y difusión, y organización de una jornada internacional).
- A RedIRIS (Red Académica y de investigación nacional), que coordine el lanzamiento de una plataforma Grid nacional a corto plazo.

22. Una presentación de este estudio se puede obtener en: <<http://www.cesca.es/promocio/conferencias/2004/e-ciencia%20verde.pdf>>.

23. El *Libro Blanco de la e-Ciencia* se encuentra disponible para su descarga en: <<http://www.fecyt.es/documentos/e-Ciencia.pdf>>.

2.4.1. Proyecto IRISGrid

IRISGrid²⁴ es una iniciativa cofinanciada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, en la que participan casi 200 investigadores de 23 centros españoles en la investigación en el área de tecnologías Grid. Su objetivo es aportar los protocolos, procedimientos y guías de “buenas prácticas” necesarios para construir dentro de España una Grid de investigación, coordinando a los diferentes grupos y centros interesados en investigación sobre tecnologías Grid. Esta iniciativa pretende unir recursos distribuidos geográficamente para que los grupos involucrados tengan una cama de pruebas o “*Testbed*” que soporte la investigación en cualquiera de las áreas de aplicación de la Grid.

IRISGrid no pretende dar servicio técnico, sino fijar las normas, protocolos y procedimientos que regulen la Grid, y facilitar a los grupos interesados, la unión de sus recursos en Grid, definiendo los procedimientos relacionados principalmente con autenticación y monitorización de recursos. La potestad de los recursos está enteramente bajo control de los centros que los administran, sin que su inclusión en la Grid deba suponer un cambio en sus políticas de seguridad o de gestión de sus recursos locales.

2.5 Japón

La Iniciativa Nacional Japonesa de Grid para la Investigación (*Japanese National Research Grid Initiative - NAREGI*²⁵) es un proyecto de cinco años que cubre el período 2003 a 2007. Sus metas son:

- 1) Impulsar la investigación y el desarrollo hacia un *Middleware* de Grid escalable y de alto rendimiento a fin de proporcionar una infraestructura de cómputo funcional al desarrollo futuro de la investigación científica y de la ingeniería en Japón.
- 2) La Grid permitirá el desarrollo de una aplicación específica, Nanociencia, a fin de probar la utilidad de la Grid en los usos científicos e industriales futuros.
- 3) Desarrollar un prototipo experimental en una escala de Grid de 100 TFLOPS²⁶, basado en el *Middleware* y las aplicaciones posibilitadas por la Grid y construidas sobre ella.

24. <<http://www.irisgrid.es>>.

25. <http://www.naregi.org/index_e.html>.

26. Tera Flops: capacidad de procesamiento de un servidor, medido en Tera = 10^{12} flops = 1000 Gigaflops.

Participan en el proyecto nipón el Instituto Nacional de Informática (a cargo del *Middleware* de la Grid para la investigación el desarrollo), el Instituto de Ciencia Molecular (a cargo de las aplicaciones Grid para Nanociencia), y las principales universidades e industrias del país. El Súper SINET, red óptica de 10 Gbps y troncal de la red para la investigación académica nacional del Japón, son la infraestructura de red base para este proyecto.

2.6 Australia

El Gobierno australiano reconoció, a partir de su experiencia en la revisión de las acciones implementadas por el Reino Unido, el potencial enorme de la e-Investigación²⁷ para la comunidad de investigación de su país, para ello creó, en octubre de 2004, un Comité²⁸ para coordinar un balance de la e-Investigación. En abril de 2005, el Ministro para Educación, Ciencia y Entrenamiento²⁹, y el Ministro para las Comunicaciones, la Tecnología de Información y las Artes, anunciaron el establecimiento de este Comité destinado a la coordinación de las acciones de e-Investigación, designando al Dr. Mike Sargent como su líder. Este Comité es la base de asesoría experta para el Gobierno australiano, y es él quien define el marco estratégico para el desarrollo de la capacidad de la e-Investigación de Australia.

El 30 de septiembre de 2005, este Comité proporcionó un informe provisional a su Gobierno. Titulado como “Un Marco Estratégico de la e-Investigación”, en él se precisó la política que permitirá asegurar la máxima ventaja en el uso de las técnicas de la e-Investigación, proponiendo las directrices estratégicas que deben ser ejecutadas y seguidas y otras acciones tendientes a generar una estrategia para la puesta en práctica de esas mismas directrices. Estas directrices ya habían sido propuestas y serían, desde entonces, supervisadas por el organismo denominado como

27. “El término “e-Investigación” abarca esos ambientes virtuales que facilitan las verdaderas colaboraciones en investigación de naturaleza multidisciplinaria, interdisciplinaria, o intra disciplinaria, a gran o pequeña escala, integrando a investigadores y organizaciones de investigación, a nivel nacional e internacional. Como es relativamente nuevo como concepto estructurado, la e-Investigación ha comenzado a fortificar todas las disciplinas científicas, incluyendo las ciencias sociales y las humanidades”. Traducción de la definición que brinda el Comité de Coordinación para la e-Investigación en el segundo párrafo de la página Terms of Reference for the e-Research Coordinating Committee. [Consulta 23 de enero de 2007] <http://www.dest.gov.au/sectors/research_sector/policies_issues_reviews/key_issues/e_research_consult/tor.htm>.

28. <http://www.dest.gov.au/sectors/research_sector/policies_issues_reviews/key_issues/e_research_consult/e_research_coord_committee.htm>.

29. <<http://www.dest.gov.au/default.htm>>.

Estrategia Nacional de Infraestructura para la Investigación Colaborativa (*National Collaborative Research Infrastructure Strategy* - NCRIS³⁰).

Los elementos principales de la estrategia para la infraestructura de e-Investigación de Australia incluye:

- Redes robustas de banda ancha para comunicaciones avanzadas. Por ejemplo, la Red Australiana de Investigación y de Educación (*Australian Research and Education Network* -AREN³¹), el Centro para las Tecnologías de Redes para la Economía de la Información (*Centre for Networking Technologies for the Information Economy* – CeNTIE³²), y la Grid y Red de Próxima Generación (*Grid and Next Generation Network* – GrangeNet³³).
- Computación distribuida de alta capacidad y recursos de almacenamiento de datos. Entre los que se destacan, la Sociedad Australiana para Cómputo Avanzado (*Australian Partnership for Advanced Computing* - APAC³⁴) y los socios de la misma.
- Depósitos de datos e información accesibles. En esta línea se ha desarrollado una gama de proyectos al alero del Comité Australiano de Infraestructura de Información para la Investigación (*Australian Research Information Infrastructure Committee* - ARIIC³⁵).
- Instalaciones e instrumentos accesibles para investigación, como por ejemplo, el Programa Nacional Mayor de Instalaciones y el Programa de Infraestructuras y Equipamiento.
- Definir estándares y coordinar el desarrollo de *Middleware*.

Además de la puesta en marcha de las señaladas líneas de acción, se ha emprendido una iniciativa especial de fondos pilotos de financiamiento, diseñada para proporcionar incentivos a los investigadores y permitirles superar las altas barreras iniciales en la adopción de la metodología de e-Investigación.

30. <<http://www.ncris.dest.gov.au/>>.

31. <http://www.dest.gov.au/sectors/research_sector/programmes_funding/programme_categories/key_research_priorities/australian_research_and_education_network/>.

32. <<http://www.ict.csiro.au/page.php?cid=22>>.

33. <<http://www.grangenet.net/>>.

34. <<http://www.apac.edu.au/>>

35. <http://www.dest.gov.au/sectors/research_sector/policies_issues_reviews/key_issues/australian_research_information_infrastructure_committee/default.htm>.

Los gobiernos de los estados, las universidades, y las instituciones y organizaciones de investigación australiana, también han invertido fuertemente, en forma separada, en la infraestructura de e-Investigación (física e intelectual) para asegurar que Australia participe con eficacia en actividades de e-Investigación globales, lo que, reconocen, les permitirá que la investigación de su país siga siendo competitiva internacionalmente.

2.7 Otros

Aparte de las iniciativas ya revisadas, en el mundo, existen otros notables casos que se han constituido como ejemplos para los países que buscan insertarse en la escena global de la e-Ciencia. A continuación se presenta una terna de casos de la más alta relevancia:

AP-Grid³⁶: Proyecto liderado por APAN (*Asia-Pacific Advanced Network*), cuyo objetivo central es desarrollar una asociación de la comunidad de Asia Pacífico para: Construir un prototipo de Grid Internacional (*International Grid Testbed*); Proveer un espacio para compartir e intercambiar ideas e información; Brindar un espacio de apoyo para el inicio de nuevos proyectos; Colaborar y reunir trabajos de otros; e, Incentivar el establecimiento de comunidades para desarrollo de nuevas aplicaciones. AP-Grid reúne a 49 instituciones de 14 países de Asia.

EELA³⁷: *E-Infrastructure shared between Europe and Latin America* (e-Infraestructura compartida entre Europa y Latinoamérica) es un proyecto financiado por la Comisión Europea, con 1.7 millones de Euro, que busca levantar un puente digital entre las iniciativas de e-Infraestructura que están en proceso de consolidación en Europa (en el marco del Proyecto EGEE) y aquellas que están emergiendo en América Latina, mediante la creación de una red de colaboración que comparte una infraestructura de Grid para apoyar el desarrollo y prueba de aplicaciones avanzadas. En dos años (2006 y 2007), EELA establecerá una red de colaboración dentro de la cual será posible identificar y promover un marco de sustentabilidad para la e-Ciencia en Latinoamérica. Esta iniciativa es considerada estratégica para reforzar la colaboración entre América Latina y Europa, tomando ventaja de la ya establecida conexión y de la red avanzada que ha sido desarrollada gracias al proyecto ALICE: RedCLARA³⁸, la primera red regional

36. <<http://www.apgrid.org/>>.

37. <http://www.eu-eela.org>.

de investigación y educación de Latinoamérica. EELA es coordinado por CIEMAT (España) e incluye a varios miembros de Europa –CERN; CSIC, REDIRIS, UC y UPV (España), INFN (Italia) y LIP (Portugal)- y de América Latina –CLARA; UNLP (Argentina), CEDERJ, RNP, UFF y UFRJ (Brasil), REUNA, UDEC y UTFSM (Chile), CUBAENERGIA (Cuba), UNAM (México), SENAMHI (Perú) y ULA (Venezuela).

GridCanada³⁹: Proyecto liderado por Canarie⁴⁰ y el Gobierno de Canadá; busca constituir una infraestructura nacional que enlace procesadores, almacenamiento, redes, instrumentos y recursos de visualización, para ponerlos a disposición de las comunidades de investigación existentes en Canadá. Además, pretende apoyar a las comunidades de investigación canadienses en el despliegue de usos en los que pueden aplicar la infraestructura de Grid.

3. Condiciones para un Programa de e-Ciencia en Chile

Si bien en Chile el concepto de e-Ciencia aún no se ha desarrollado, es claro que la incorporación de este tipo de soluciones permitiría incrementar las actividades colaborativas a nivel nacional, potenciando el uso efectivo de los diversos recursos de investigación dispuestos para ello y, por lo tanto, de la Ciencia en su conjunto.

Las investigaciones que hoy se realizan en el país, en áreas como Bioinformática, Biotecnología, Astronomía, Genómica, Clima y Oceanografía, Minería, Energía y Tecnologías de Información, requieren cada vez más el desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas acordes a las características de los procesos de investigación que están llevando a cabo y que les permita, además, integrarse activamente a las iniciativas internacionales.

Pero antes de concluir respecto de la necesidad que existe en el país de establecer una política de e-Ciencia, es preciso revisar el estado actual de la ciencia en Chile y analizar las necesidades existentes en este ámbito, y,

38. <<http://www.redclara.net>>.

39. <<http://www.gridcanada.ca/>>.

40. <<http://www.canarie.ca>>.

finalmente, detenernos sobre las fortalezas o cimientos con los que cuenta el país, para embarcarse en una empresa de la magnitud que implica la construcción de un programa nacional de e-Ciencia.

3.1 Desarrollo Científico en Chile

En el año 2005, la Academia Chilena de Ciencias⁴¹ (ACC) presentó un estudio denominado *Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena 2005*⁴². Para su elaboración la ACC invitó a la comunidad científica nacional a realizar un análisis del estado actual de la Ciencia en el país y considerar las medidas necesarias para el desarrollo científico-tecnológico en el futuro.

De manera general, el estudio establece que la Ciencia y la Tecnología del Chile del 2005 es más fuerte que la que teníamos en 1993 (año en que se presentó el último estudio), esto en lo que se refiere al número de investigadores, la cantidad y calidad de las publicaciones, los fondos disponibles para apoyar a los proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación, y el número de programas que forman doctores en todo el país. En general, el estudio indica que los índices de productividad se han más que doblado, y, a la vez, se ha aumentado el impacto de la Ciencia efectuada en el país y se ha cuadruplicado la formación de capital humano de excelencia. Paralelamente, se ha incrementado el interés del sector productivo por invertir en componentes de investigación, desarrollo e innovación en sus procesos productivos y en la cobertura de los descubrimientos científicos por los medios de comunicación. La educación en ciencias de nuestros niños y jóvenes, se ha convertido en una preocupación nacional y la comunidad científica chilena ha asumido su responsabilidad de colaborar con el mejoramiento de la calidad y pertinencia de esa educación.

Sin embargo, a pesar de estos avances, las principales conclusiones que se derivan de este estudio son más bien de preocupación que de satisfacción. Esto se evidencia a partir de la necesidad de calibrar la velocidad de nuestro progreso frente a la meta de lograr el desarrollo socioeconómico de Chile en la generación actual y, más aún, considerando el acelerado avance de otras naciones con las que debemos competir en un mundo cada vez más globalizado. El estudio indica, claramente, que el ritmo de nuestro avance en Ciencia y Tecnología es insuficiente para lograr la meta del desarrollo de Chile en la próxima década.

41. <<http://www.academia-ciencias.cl/>>.

42. Este documento se encuentra disponible para su descarga en: <<http://www.academia-ciencias.cl/docs/noticias/estudio.pdf>>.

3.1.1 Principales Conclusiones del Estudio

3.1.1.1 Recursos Humanos Actualmente Disponibles y Disciplinas

Una de las principales conclusiones de este estudio es que el pequeño número de investigadores con que el país cuenta es insuficiente para poder responder al desafío de desarrollo en Chile, lo que indica que, una primera prioridad en cualquier política de desarrollo científico-tecnológico, es el incremento acelerado en la formación de nuevos recursos humanos altamente calificados, para poder desempeñarse en la complejidad de los desafíos científicos de las primeras décadas del siglo XXI; además, será necesario agregar un importante esfuerzo para el recambio generacional de varias importantes áreas y hacer esfuerzos para mejorar el balance de género.

3.1.1.2 Productividad Científica Medida por Publicaciones y Patentes

Este análisis se hace en forma global, comparando la productividad en publicaciones desde el año 1993 hasta el 2003 y, también, examinando los cambios que han ocurrido por cada una de las diversas disciplinas científicas con referencia a las publicaciones.

El análisis comparativo entre las diferentes disciplinas permite conocer cómo Chile se ubica en el contexto regional (principalmente dentro de los países de América Latina) y, también, a nivel mundial.

Chile ha subido gradualmente de 1252 en 1993 a 2550 publicaciones científicas el año 2003 (publicaciones registradas por el *Institute of Scientific Information* - ISI). El aumento observado en este periodo es menor al que ha experimentado América Latina en general, y mucho menor a los de Brasil y México, sin embargo, en la mayoría de las disciplinas Chile está sobre el nivel de todos los otros países latinoamericanos en cuanto al impacto de sus publicaciones.

En las áreas de Astronomía y Matemáticas, Chile tiene un índice de impacto a la par con países desarrollados, aunque el número de los trabajos es mucho menor. Sólo en algunas áreas como Química y Ciencias Agropecuarias, el índice de impacto aparece bajo el promedio latinoamericano. Separando la década de los estudios en dos fragmentos 1993-1997 y 1998-2003,

se observa que las disciplinas que más han crecido con respecto a sus publicaciones son las Ingenierías, las Ciencias de la Tierra, las Matemáticas, la Ecología y la Física (todas sobre el 100%). La que menos creció, fue el área Agropecuaria (48%), mientras que la Química, la Biomedicina y las Ciencias del Espacio, han crecido entre 65% y 85%.

Al investigar las instituciones que son responsables de las publicaciones, vuelve a resultar que más del 75% de las publicaciones se originan en solo cinco de las 60 universidades existentes en Chile, a saber:

- Universidad de Chile
- Pontificia Universidad Católica de Chile
- Universidad de Concepción
- Universidad de Santiago de Chile
- Universidad Austral de Chile

Las mismas, son responsables de la gran mayoría de los doctorados que se imparten. También se observa que más del 60% de las publicaciones se originan en la Región Metropolitana. Algunas de las universidades regionales muestran una interesante especialización en sus investigaciones a temas ligados al quehacer socioeconómico de las regiones en las que se encuentran emplazadas.

3.1.1.3 Financiamiento de la Investigación y Desarrollo en Ciencias y Tecnologías

El estudio de la Academia analiza los instrumentos que el Estado ha usado para apoyar la investigación y el desarrollo científico-tecnológico durante la década pasada. Aquí se reconocen varias categorías de recursos:

1. Aportes Directos a las universidades y a los institutos del Estado.
2. Fondos Concursables, con aportes a la investigación básica y a la aplicación de conocimiento y desarrollo tecnológico.
3. Becas de apoyo a programas de formación de recursos humanos.

El aporte total en Investigación y Desarrollo, en términos del PIB para el año 1995 y 2002, es graficado en la tabla siguiente:

Sector	Año 1995	Año 2002
Sector Estatal	0,45%	0,38%
Sector Productivo	0,19%	0,32%
Total	0,64%	0,70%

En lo que se refiere al financiamiento, el país ha tomado una importante decisión: aportar los fondos que se recaudarán a partir del año 2006 por el *Royalty* a las empresas mineras, al desarrollo tecnológico y a la innovación. Esta decisión es bienvenida por la comunidad científica en la medida que estos nuevos aportes se hagan con los antecedentes necesarios, fundamentos claros y sabiduría. Esto significa, mantener un adecuado balance mediante el aumento al apoyo a las ciencias básicas y, en especial, a la formación de recursos humanos. En la actualidad un 22% de los recursos se destinan a investigación básica, 37,4% a investigación aplicada y 41% a desarrollo experimental.

3.1.1.4. Inserción de la Ciencia Chilena en la Ciencia Mundial

En la actualidad, la facilidad para viajar (movilidad), la extraordinaria revolución en el acceso a la información y el potenciamiento de los procesos comunicativos, posibilitados por los bajos costos de traslado (en relación con el pasado, si bien es cierto aún son tasas no despreciables) y la existencia de poderosas redes como Internet, han casi eliminado el aislamiento y permitido un notable incremento en la cooperación científica de los investigadores chilenos. Esta internacionalización también se ha visto motivada, en las últimas décadas, por el extraordinario aumento de la complejidad y competitividad de la investigación científica; el logro de nuevos conocimientos requiere de grupos de investigadores que aporten diferentes enfoques y destrezas en el manejo de técnicas y de procesos. Este requerimiento de masa crítica para el ejercicio de la investigación, se ha incrementado notoriamente, lo que implica que con frecuencia haya que buscar la colaboración fuera de las fronteras nacionales. Esto es aún más patente en países como Chile, que presenta una comunidad científica pequeña.

Al revisar las publicaciones científicas con autores de instituciones chilenas, indexadas en el ISI entre los años 1981 y 2001, el estudio encontró que el 47% de esos trabajos tienen coautores de otros países; si la ventana

de tiempo se acorta, se ve que el porcentaje de trabajos chilenos en colaboración aumenta, llegando en el último quinquenio a marcar más de un 60%. En lo que al impacto que generan estas publicaciones respecta, las realizadas con laboratorios de otros países es superior al impacto promedio de las publicaciones realizadas enteramente en Chile; esto pone de relevancia el efecto positivo de la colaboración sobre el impacto de los trabajos científicos, lo que también se observa cuando esta colaboración es efectuada con países latinoamericanos, es decir, la percepción de relevancia no sólo se limita a aquellas colaboraciones establecidas con Norteamérica y Europa.

Las principales relaciones de colaboración científica se establecen con:

- Estados Unidos.
- Europa: Alemania, España, Francia, Reino Unido e Italia (en este mismo orden).
- América Latina: Brasil, Argentina y México (en este mismo orden).

En algunas áreas de las ciencias, es posible notar ciertas focalizaciones que se han establecido a través del ejercicio de algunos programas bilaterales; por ejemplo, en Química, España es el principal socio de Chile, mientras que Francia lo es en Matemáticas y Bélgica, en Física.

Otro dato relevante, relacionado con la importancia de la colaboración internacional, se refiere a la formación de nuestros recursos humanos: se determinó que de 2000 doctores en ciencias que participan en proyectos FONDECYT (Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico), el 70% de ellos obtuvo su grado académico en el extranjero, en la tabla siguiente se detallan los porcentajes:

	Porcentaje que obtuvo su doctorado
Estados Unidos	27%
Unión Europea	35%
América Latina	5%

Frente a la evidente importancia que en el mundo de las ciencias representa la cooperación internacional, un contraste abismal se produce al constatar el mínimo esfuerzo que hace nuestro país para aprovechar las oportunidades que se presentan para fortalecer nuestro desarrollo científico-tecnológico mediante esa misma cooperación internacional. Esta

no es una afirmación sin fundamentos, la prueba irrefutable –evidenciada por la Academia Chilena de Ciencia a través del estudio publicado en el 2005- está en el presupuesto disponible para contrapartidas nacionales en proyectos de colaboración y todo el apoyo a intercambio científico-tecnológico, que sólo suma alrededor del 2% del presupuesto total de CONICYT (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica).

3.2 Fortalezas de Chile para el Establecimiento de un Programa de e-Ciencia

Como se ha establecido, el desarrollo de la e-Ciencia requiere de poderosas redes capaces de sustentar la e-Infraestructura o Grids necesarias para el manejo y procesamiento de datos, acceso a instrumental remoto, desarrollo, manipulación e implementación de aplicaciones, entre otras características básicas de este paradigma que se establece para definir el nuevo modo del trabajo científico.

La Internet comercial no es una solución viable, dado que no asegura calidad de servicio y, evidentemente, al ser abierta a todo el público no ofrece, entre otros requisitos, las condiciones necesarias en términos de ancho de banda y capacidad efectiva de transporte.

Chile, gracias al esfuerzo conjunto de un grupo de importantes universidades e instituciones de investigación y desarrollo, que conforman la Corporación REUNA –Red Universitaria Nacional⁴³-, cuenta con una conexión directa a las Redes Académicas Avanzadas. Una red nacional de uso exclusivo para las universidades e instituciones científicas y de investigación, GREUNA⁴⁴, tendida desde Arica hasta Osorno, que se conecta a las Redes Académicas internacionales a través del enlace a RedCLARA⁴⁵ (Red Avanzada latinoamericana, posibilitada por el proyecto ALICE⁴⁶ –financiado por la Comisión Europea- y mantenida y manejada por CLARA⁴⁷ – Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas).

43. <<http://www.reuna.cl>>.

44. <http://www.reuna.cl/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=75&Itemid=100>.

45. <<http://www.redclara.net/03.htm>>.

46. <<http://alice.dante.net/>>.

Mediante REUNA y su conexión internacional, Chile se enlaza en forma directa a las Redes Avanzadas de América Latina, Norteamérica, Europa y el resto del mundo. En otras palabras, el país cuenta ya con el sustrato básico para el desarrollo de la e-Ciencia: la red que soporte la e-Infraestructura requerida.

Además, desde hace ya cuatro años, REUNA ha venido trabajando, en conjunto con sus socios, en el desarrollo de proyectos que incorporan tecnología Grid o, abiertamente, Grid, y, desde 2006, junto al Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile (CMM), Universidad de La Serena, Universidad de Concepción, Universidad de La Frontera y Universidad Austral de Chile, se ocupa de la implementación de una Iniciativa de Grid Nacional: CL Grid⁴⁸.

3.2.1 Proyectos de e-Ciencia en Chile

En el país existen, claramente, las necesidades y las condiciones para que, con una visión integradora, se pueda constituir una infraestructura de e-Ciencia, a través de una Grid Nacional, con potencialidades de colaboración al mismo nivel que el que ofrecen las que se están constituyendo en Europa, Estados Unidos, Canadá, Australia y Asia, entre otras. De hecho, Chile ya participa en importantes proyectos de Grid a nivel nacional y mundial; a continuación se presenta un resumen de éstos.

3.2.1.1 EELA

EELA⁴⁹, *E-Infrastructure shared between Europe and Latin America* (e-Infraestructura compartida entre Europa y Latinoamérica), a través de una Grid establecida entre Europa y América Latina –que opera sobre RedCLARA y su conexión a GÉANT2- y una red humana de colaboración, apoya el desarrollo y prueba de aplicaciones avanzadas, inicialmente en Física de Altas Energías, Biomedicina, Clima y Educación en ambiente Grid (nuevas aplicaciones se van sumando a lo largo del desarrollo del proyecto). El proyecto, con fecha de ejecución establecida para los años 2006 y 2007, es financiado por la Comisión Europea, con €1.7 millones, e intenta identificar y promover un marco de sustentabilidad para la e-Ciencia en

47. <<http://www.redclara.net>>.

48. <<http://www.clgrid.cl/>>.

49. <<http://www.eu-eela.org>>.

Latinoamérica, objetivos estratégicos para reforzar la colaboración entre América Latina y Europa. EELA es coordinado por CIEMAT (España) e incluye a siete miembros de Europa (provenientes de España, Italia y Portugal, además del CERN) y 13 de América Latina (CLARA e instituciones de Argentina, Brasil, Chile, Cuba, México, Perú y Venezuela).

Instituciones chilenas participantes: Red Universitaria Nacional (REUNA), Universidad de Concepción (UDEC) y Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM).

3.2.1.2 RINGrid

El 1 de Octubre de 2006, el proyecto RINGrid dio inicio a su desafío de 18 meses. Financiado por el Sexto Programa Marco (para el desarrollo de Infraestructuras de Investigación y Redes de Comunicación) de la Comisión Europea, Instrumentación Remota en las Grid de la Próxima Generación - RINGrid⁵⁰ (*Remote Instrumentation in Next-generations Grid*) es un proyecto de Acción de Apoyo Específico para las IST (Tecnologías de la Sociedad de Internet), el cual está constituido por diez socios (incluyendo dos consorcios: uno de Italia y otro de América Latina: CLARA) provenientes de once países (Polonia, Austria, Grecia, Bulgaria, Rumania, México, Uruguay, Chile, Brasil, Italia y el Reino Unido). Su objetivo principal es validar y hacer propuestas para la estandarización del uso de instrumentación remota en las Grid.

Institución chilena participante: Red Universitaria Nacional (REUNA).

3.2.1.3 UCRAV

UCRAV⁵¹-Uso Colaborativo de Recursos de Alto Valor del Sistema Universitario para Apoyo a la Investigación y Servicios Calificados a Empresas- es un proyecto en desarrollo que ya cuenta con un servicio web prototipo de análisis remoto, dirigido a investigadores de universidades e institutos de investigación, alumnos de postgrado, industrias y, en general, a usuarios que requieran de análisis especializados con instrumental científico. Con UCRAV se desarrolló, por primera vez en Chile, el servicio de instrumentación remota; utilizando recursos disponibles en las universidades participantes del proyecto, sus principales beneficiarios

50. <<http://www.ringrid.eu/>>.

51. <<http://www.ucrav.cl/>>.

se identificaron en el ámbito de la investigación y la docencia de universidades, centros de investigación y empresas públicas y privadas. Se abrió, así, una gama de posibilidades y beneficios para los prestadores del servicio de instrumentación remota y para sus usuarios, eliminándose las barreras geográficas y ampliando los servicios desde el ámbito nacional hasta el internacional.

La plataforma UCRAV está construida con estándares de código abierto. En cuanto a solución, UCRAV recurre a las Grid para la investigación y el desarrollo del quehacer científico-tecnológico, permitiendo manejar a distancia los instrumentos disponibles, en un ambiente de colaboración entre investigadores y usuarios. Este proyecto entró en su segunda fase de desarrollo, con el nombre de UCRAV II.

Instituciones participantes: REUNA, Universidad Católica del Norte (UCN), Universidad de Chile (UCH), Universidad de Concepción (UDEC), Universidad de Atacama (UDA), Universidad Arturo Prat (UNAP), Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM), Genesys Chile Ltda. y Computec Ltda.

3.2.1.4 CL Grid

La iniciativa CL Grid nace en 2006 a objeto de formar una comunidad dedicada a la tecnología de Mallas en Chile. Ésta ya ha realizado tres *Workshops* (Talleres) sobre la materia (a partir de 2005) e iniciando la segunda mitad del 2006 estrenó su sitio web⁵². Básicamente, CL Grid se perfila como un foro de discusión y aprendizaje en torno a la e-Infraestructura para la e-Ciencia.

Instituciones participantes: Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile (CMM), Universidad de La Serena (ULS), Universidad de Concepción (UDEC), Universidad de La Frontera (UFRO), Universidad Austral de Chile (UACH) y Red Universitaria Nacional (REUNA).

52. <<http://www.clgrid.cl/>>.

3.2.1.5 IWR-Campus Grid Project

Proyecto a cargo del Instituto de Computación Científica (IWR⁵³) del Centro de Investigación de Karlsruhe⁵⁴ (Alemania), en el que participa la Universidad de La Serena (ULS) a través del grupo de trabajo “Hidrología y Modelos” (H+M) del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas. En cuanto a su foco de interés, el proyecto se centra en los temas de investigación y desarrollo para explorar nuevos métodos de computación de Grid como una poderosa herramienta en el ámbito de las investigaciones de vanguardia, lo que incluye todos los aspectos de la temática: *hardware*, *Middleware* y aplicaciones.

En el marco del espíritu de los proyectos de la Comisión Europea, el trabajo es llevado a cabo en estrecha cooperación internacional.

El objetivo principal del grupo H+M –que ingresa al proyecto en el 2005– lo constituye el estudio y modelamiento matemático de las componentes del ciclo hidrológico, bajo el impacto de las oscilaciones climáticas, en las zonas áridas y semi-áridas del norte de Chile. A la fecha se ha trabajado fundamentalmente en problemas relacionados con la modelación de la componente atmosférica del ciclo hidrológico, especialmente –dada la compleja topografía del área de estudio–, con el modelo atmosférico de mesoescala KAMM, que permite afinar el tamaño del paso espacial hasta 100 m⁵⁵.

Gracias a la tecnología Grid, H+M ha podido acceder a supercomputadores (p.ej., el computador vectorial NEC SX5) del *IWR-Campus Grid Project*, consiguiendo reducir los tiempos de cálculo en un rango de 15% con relación al tiempo requerido por las máquinas locales.

3.2.1.6 Potenciales Proyectos para e-Ciencia en Chile

Las investigaciones que hoy se realizan en áreas como Bioinformática, Biotecnología, Astronomía, Genómica, Clima y Oceanografía, Minería, Energía y las tecnologías de información, requieren cada vez más del desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas acordes a las

53. <<http://www.fzk.de/fzk/idcplg?IdcService=FZK&node=2440&lang=en>>.

54. <<http://www.fzk.de>>.

55. Ver referencias bibliográficas en <http://www.ceaza.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=383&Itemid=52>.

características de los procesos de investigación que están llevando a cabo y que les permita facilitar su integración internacional.

Dentro de Chile existe una amplia gama de proyectos e iniciativas científicas que se verían indiscutiblemente beneficiados y potenciados mediante el desarrollo e implementación de un Programa Nacional de e-Ciencia, que, más allá de la implementación de la e-Infraestructura requerida, impulsaría de forma exponencial la colaboración nacional e internacional, facilitando la ampliación de los lazos para la colaboración en los procesos y resultados de la investigación.

El siguiente listado -que no es, ni pretende ser, acabado- presenta algunos de estos proyectos e iniciativas que, como hemos indicado, se beneficiarían del establecimiento de un Programa Nacional de e-Ciencia:

- Fundación Ciencia para la Vida, para su línea de trabajo en Biotecnología y los proyectos que se desarrollan en el Centro para Bioinformáticas y Biología del Genoma (CBGB), en el que participa la Fundación junto a la Universidad Andrés Bello y el MIFAB (Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada).
Sitio web: <http://www.cienciavida.cl/>.
- JUICE (*Data Management System that facilitates the Analysis of Large Volumes of Information in an EST Project Workflow* – Sistema de Manejo de Datos que facilita el Análisis de Grande Volúmenes de Información en un Flujo de Trabajo del Proyecto EST). Instituciones participantes: Universidad Andrés Bello (UNAB), Universidad de Chile (UCH), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Fundación Chile, ASOEX y FDF.
Sitio web: <http://www.genomavegetal.cl>.
- Centros de Excelencia FONDAP:
 - Centro para la Investigación Interdisciplinaria Avanzada en Ciencia de los Materiales. Institución a cargo: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Director: Fernando Lund. Sitio web: <http://www.cimat.cl/>.
 - Centro de Regulación Celular y Patología (CRCP). Institución a cargo: Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias Biológicas. Director: Nibaldo Inestrosa. Sitio web: <http://fondap-crccp.cl/>.
 - Centro de Modelamiento Matemático (CMM). Institución a cargo: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Director: Rafael Correa. Sitio web: <http://www.cmm.uchile.cl/>.
 - Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad.

- Institución a cargo: Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias Biológicas. Director: Fabián Jaksic. Sitio web: <http://www.bio.puc.cl/caseb/>.
- Centro de Astrofísica. Institución a cargo: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Director: Guido Garay. Sitio web: <http://www.cenastro.cl/>.
 - Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental - COPAS. Institución a cargo: Universidad de Concepción. Directora: Carina Lange. Sitio Web: <http://www.copas.udec.cl/>.
 - Centro de Estudios Moleculares de la Célula. Institución a cargo: Universidad de Chile, Facultad de Medicina. Directora: María Cecilia Hidalgo. Sitio web: <http://www.cmcmed.cl/>.
- Iniciativas del Núcleo Milenio:
- Núcleo de Investigación en Biología del Desarrollo e Ingeniería Genética en Modelos Animales. Institución albergante: Universidad de Chile. Investigador Responsable: Miguel Allende Connelly. Sitio web: <http://www.mideplan.cl/milenio/nucleos2.htm>.
 - Centro de Investigación de la Web. Institución Albergante: Universidad de Chile. Investigador Responsable: Ricardo Baeza Yates. Sitio web: <http://www.ciw.cl/>.
 - Núcleo Científico Milenio en Sismotectónica y Peligro Sísmico. Institución albergante: Universidad de Chile. Investigador Responsable: Jaime Campos Muñoz. Sitio web: <http://www.peligrosismico.cl/>.
 - Ecología Microbiana y Biotecnología Ambiental (EMBA). Institución albergante: Universidad Católica de Chile. Investigador responsable: Bernardo González Ojeda. Sitio web: <http://www.mideplan.cl/milenio/nucleo15.htm>.
 - Núcleo Milenio en Inmunología e Inmunoterapia. Instituciones albergantes: Universidad Católica de Chile, Universidad de Chile. Investigador responsable: Alexis Kalergis Parra. Sitio web: <http://www.mideplan.cl/milenio/nucleo16.htm>.
 - Servicios Ecosistémicos del Bosque Nativo Bajo Fluctuaciones Climáticas (FORECOS). Institución albergante: Universidad Austral de Chile. Investigador responsable: Antonio Lara Aguilar. Sitio web: <http://www.forecos.net/>.
 - Neurociencias Integradas. Institución albergante: Universidad de Chile. Investigador responsable: Pedro Maldonado Arbogast. Sitio web: <http://neuro.med.uchile.cl/>.
 - Fundamentos y Aplicaciones en Teoría de la Información y

- Aleatoriedad. Institución albergante: Universidad de Chile. Investigador responsable: Servet Martínez Aguilera. Sitio web: <http://www.mideplan.cl/milenio/nucleo9.htm>.
- Núcleo milenio en Biología Celular Vegetal (PCB). Instituciones albergantes: Universidad de Chile, Universidad Andrés Bello. Investigador responsable: Ariel Orellana López. Sitio web: <http://www.pcb.cl/>.
 - Núcleo Científico Milenio de Mecánica Cuántica Aplicada y Química Computacional. Instituciones albergantes: Universidad de Chile, Universidad Andrés Bello. Investigador responsable: Patricia Pérez López. Sitio web: <http://www.nucleomileniocuantica.cl/>.
 - Electrónica Industrial y Mecatrónica (NEIM). Investigador responsable: Jorge Pontt Olivares. Institución albergante: Universidad Técnica Federico Santa María. Sitio web: <http://www.mideplan.cl/milenio/nucleo17.htm>.
 - Centro de Óptica e Información Cuántica. Institución albergante: Universidad de Concepción. Investigador responsable: Carlos Saavedra Rubilar. Sitio web: <http://www2.udec.cl/~milenio2002/>.
 - Física de Materia Condensada. Institución albergante: Universidad de Santiago. Investigador responsable: Patricio Vargas Cantín. Sitio web: <http://www.nucleo-milenio.cl/>.
 - Sistemas Complejos de Ingeniería. Institución albergante: Universidad de Chile. Investigador responsable: Andrés Weintraub Pohorille. Sitio web: <http://www.mideplan.cl/milenio/nucleo6.htm>.
- Institutos Científicos Milenio:
 - Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada. Instituciones albergantes: Universidad Católica de Chile, Fundación Ciencia para la Vida, Universidad Nacional Andrés Bello. Investigador responsable: Pablo Valenzuela Valdés. Sitio web: <http://www.mifab.cl/>.
 - Centro de Estudios Científicos (CECS). Institución albergante: Independiente. Investigador responsable: Claudio Bunster Weitzman. Sitio web: <http://www.cecs.cl/web/>.
 - Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB). Institución albergante: Universidad de Chile. Investigador responsable: Mary T. Kalin Hurley Arroyo. Sitio web: <http://www.ieb-chile.cl/>.

4. I Congreso Nacional de e-Ciencia en Chile

Sobre la base de entender la e-Ciencia como el conjunto de actividades científicas que se desarrollan a través de la utilización de recursos geográficamente distribuidos, a los que se accede a través de Redes de Comunicación, y reconociendo la importancia central que posee en el mundo de hoy el desarrollo científico tecnológico y, claramente, el desarrollo de e-Infraestructuras para la Ciencia, Red Universitaria Nacional, REUNA, organizó y desarrolló, los días 6 y 7 de septiembre de 2006, el Primer Congreso Nacional de e-Ciencia, el que se perfiló bajo la consigna: "e-Ciencia para el Chile del Bicentenario: Experiencias, Procesos y Políticas".

El Congreso fue realizado junto a la Academia Chilena de Ciencias y apoyado por el Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología de CONICYT. Además, contó con el patrocinio de Ministerio de Educación, Programa MECESUP, Sociedad Chilena de Ciencias de la Computación, la Asociación Chilena de Empresas de Tecnologías de la Información, Iniciativa Milenio, Corporación de Fomento de la Producción - CORFO, Subsecretaría de Telecomunicaciones - SUBTEL, Consejo de Rectores de Universidades Chilenas y la Asociación de Proveedores de Internet API, y el auspicio de Microsoft, Telefónica Empresas, Adexus y Cisco Systems.

Dos días completamente dedicados a dar a conocer, a la comunidad nacional las experiencias de países que, bajo consistentes políticas de I+D+I (Investigación, Desarrollo e Innovación), han establecido programas nacionales de e-Ciencia, identificando los modelos aplicados, el rol de los agentes de ciencia, tecnología, academia y empresa; relevando el impacto que estas iniciativas han demostrado poseer en las más diversas áreas del conocimiento. Dos días y los temas analizados, fueron suficientes para que al término del Congreso la conclusión fuera única: Chile puede y debe establecer un programa nacional de e-Ciencia.

Fabrizio Gagliardi, reconocido mundialmente como uno de los padres de las iniciativas de Grid e infraestructuras para la e-Ciencia, afirmó con meridiana claridad que "Chile tiene todas las condiciones para ser líder en e-Ciencia", signando a nuestra nación como uno de los países que reúne las mejores características para convertirse en el punto de referencia en materia de e-Ciencia de la región latinoamericana.

La invitación de este libro, que busca apoyar a la construcción de un Programa Nacional de e-Ciencia en Chile, es a recordar o conocer lo que ocurrió en aquellos dos días, considerando, a partir del análisis expuesto en esta Introducción, lo que es e implica para el avance de cualquier nación y, especialmente de Chile y su actual y futura comunidad científica, el desarrollo de la e-Ciencia.

Capítulo II

Primer Congreso Nacional de e-Ciencia

Objetivo General

Contribuir a una discusión nacional sobre la tendencia y desarrollo mundial de e-Ciencia, que sirva como una estrategia de apoyo al desarrollo de la investigación científica y académica en Chile, y como primer paso fundamental para la puesta en marcha de una política nacional de e-Ciencia.

Objetivos Específicos

- Dar a conocer, a la comunidad científica nacional, las experiencias de países que han definido, como línea estratégica en la política de investigación, desarrollo e innovación, el establecimiento de la e-Ciencia, mediante la incorporación de infraestructuras de Grid nacional.
- Dar a conocer, a la comunidad científica nacional, experiencias exitosas en el uso de Grid, a través de la experiencia de expertos internacionales que, provenientes de las principales áreas de investigación, están hoy usando o implementando proyectos de Grid, identificando las potencialidades y beneficios obtenidos, con un enfoque hacia la colaboración, y aumentando las posibilidades para el desarrollo y la innovación en los países en los que se han establecido.
- Incentivar la discusión inicial sobre las características, temáticas, necesidades e impactos, que debiera abordar y prever una política nacional de e-Ciencia, y promover el establecimiento de un plan de desarrollo e implementación de una infraestructura de Grid nacional.

Estructura del Congreso

El I Congreso Nacional de e-Ciencia se estructuró de modo tal de facilitar el proceso de conocimiento y aprehensión de los principales programas de e-Ciencia que se están desarrollando en el mundo y de proyectos específicos,

reconocidamente exitosos en el ámbito de la e-Infraestructura. La meta final: aprovechar la visión de los expertos internacionales respecto de la e-Ciencia y obtener, a partir de sus experiencias, ejemplos, lineamientos y pautas, guías que sirvieran para emular las estrategias exitosas en la línea, y para trabajar en el establecimiento de un programa de e-Ciencia en Chile.

Tres presentaciones fueron destinadas a brindar visiones estratégicas respecto de la implementación de programas nacionales de e-Ciencia y de los impactos que ellos comportan para la investigación el desarrollo y la innovación:

1. "e-Ciencia y Cyber-infraestructura", Dr. Tony Hey.
2. "e-Ciencia y Grid, El Laboratorio Virtual para e-Ciencia", Dr. Louis Bob Hertzberger.
3. "e-Ciencia y Redes de Investigación y Desarrollo, "Google triturando todo"; Dr. Bill St. Arnaud.

En lo que respecta a los ejemplos de proyectos exitosos en aplicaciones de Grid, cinco fueron las ponencias:

1. "e-Ciencia en Astronomía: De los Fotones a los Petabytes. La Astronomía en la Era de las Mediciones a Gran Escala y los Observatorios Virtuales", Dr. Chris Smith.
2. "Hacia la Geociencia orientada al Servicio. See Grid y APAC Grid", Dr. Robert Woodcock.
3. "Grid como una Plataforma para el e-Ciencia: Experiencia de EELA en e-Infraestructura", Dr. Roberto Barbera.
4. "De la Bioinformática a la e-Biociencia", Dr. Louis Bob Hertzberger.
5. "Middleware de Gridbus: Construyendo Grids Utilitarias para el Empoderamiento de las Aplicaciones de e-Ciencia", Dr. Rajkumar Buyya.

Además de éstas destacadas presentaciones, y a fin de profundizar en cada uno de los objetivos del Congreso, se realizó un Foro de Discusión titulado: ¿Un programa de e-Ciencia para Chile? En esta actividad, que ocupó toda la tarde del segundo día, participaron algunos de los panelistas internacionales junto a científicos y académicos provenientes de instituciones de educación e investigación y organismos de Gobierno, dedicados al fomento de la investigación en Ciencia y Tecnología. El Foro buscaba sentar los primeros lineamientos respecto de la factibilidad, importancia y caminos de acción a adoptar, para la implementación de un programa de e-Ciencia nacional.

La estructura seleccionada para la implementación y desarrollo del Congreso, fue definida por el Comité Científico del mismo.

Comité Científico

La misión central de este Comité fue la de velar por la calidad y pertinencia del Congreso, para lo que estaba encargado, como se señaló, de definir una estructura acorde a los objetivos de la actividad.

En cuanto a su constitución, el Comité Científico estuvo integrado por expertos en investigación, provenientes de las más prestigiosas universidades e instituciones científicas del país.

Integraron el Comité:

Juan Asenjo: Premio Nacional de Ciencias Aplicadas 2004. Director del Centro de Ingeniería Bioquímica y Biotecnología de la Universidad de Chile. Master en Ciencias en la Universidad de Leeds y Doctor (Ph.D) en Filosofía, del *University College London*.

Su área de especialización es la Ingeniería de Enzimas.

Ricardo Barra: Académico e Investigador Centro EULA, Universidad de Concepción. Doctor en Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción. Su área de especialización es en Biomarcadores de Contaminación, Contaminantes Orgánicos Persistentes, Química y Toxología Ambiental.

Luis Catalán: Doctor en Física, Universidad de P.M. Curie Paris VI, Francia. Especialista en Docencia Universitaria y Estudio Óptico de Material Atmosférico Particulado.

Melitta Fiebig-Wittmaack: Profesora Asociada e Investigadora CEAZA, Modelación Atmosférica, Universidad de La Serena. Dra. en Matemáticas de la *Johannes-Guten Universitat Mainz*, Alemania. Su área de especialización está centrada en las Ciencias de la Tierra, Modelos Atmosféricos y Cambio Climático

Douglas Geisler: Académico e investigador en Astronomía del Departamento de Física de la Universidad de Concepción. Doctor en Astronomía de la Universidad de Washington, Estados Unidos. Su área de especialización está en las Poblaciones Estelares, los Cúmulos de Estrellas y la Formación de Galaxias.

Nancy Hitschfeld: Profesora Asociada del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile. Doctorada Ciencias Aplicadas en el *Eidgenoessischen Technischen Hochschule*, Zurich (ETH-Zurich), Suiza. Es especialista en Modelamiento Geométrico, en particular, en la generación de Mallas en dos y tres dimensiones, y en la programación orientada a objetos.

David Holmes: Académico e Investigador de la Universidad Andrés Bello y de la Fundación Ciencia para la Vida. Doctor en Biología Molecular del Instituto California de Tecnología, Estados Unidos. Su especialización es en Bioinformática, Biología Genómica, Biominería, Reconstrucción Metabólica, Biolixiviación y Microbiología Molecular.

Alejandro Jofré: Subdirector del Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile. Doctor en Matemáticas Aplicadas de la Universidad de Pau, Francia. Es especialista en Optimización, Análisis No-Lineal y Economía Matemática.

Alejandro Maass: Investigador Asociado del Centro de Modelamiento Matemático y Director del Laboratorio de Bioinformática y Matemática del Genoma, de la Universidad de Chile. Doctor en Matemáticas Puras de la Universidad de Aix Marsella, Francia. Especialista en Dinámica Topológica de Sistemas Dinámicos Abstractos.

Florencio Utreras: Director Ejecutivo de CLARA, Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas. Doctor en Ingeniería con Mención en Matemáticas Aplicadas de la Universidad de Grenoble, Francia. Especialista en Redes Académicas Avanzadas y e-Infraestructura.

Capítulo III

Panelistas Internacionales y Ponencias

Tony Hey

Físico y Doctor en Física Teórica de la Universidad de Oxford, el profesor Hey es hoy Vicepresidente Corporativo del área de Computación Técnica de Microsoft, posición desde donde coordina esfuerzos para colaborar con la comunidad científica global.

Reconocido investigador en el campo del procesamiento paralelo, Tony Hey posee una vasta experiencia en la aplicación de tecnologías informáticas a la investigación científica; estas condiciones le ayudan a dirigir el trabajo de Microsoft con investigadores internacionales en varios campos de la Ciencia y la Ingeniería. Previo a su ingreso a Microsoft, fue Director de la Escuela de Electrónica y Ciencias Informáticas de la Universidad de Southampton, ahí estructuró el Departamento de Investigación de Informática en Inglaterra. Desde el año 2001, el profesor Hey ha liderado, como Director, la iniciativa de un programa de e-Ciencia en el Reino Unido, región donde también se desempeña como miembro de la Academia Real de Ingeniería.

Varios comités nacionales dan cuenta de la participación del profesor Hey, entre ellos los del Ministerio de Comercio y de la Oficina de Ciencia y Tecnología británicos. Dada su reconocida trayectoria en e-Ciencia, ha actuado como consejero para países tales como China, Francia, Irlanda y Suiza, a fin de ayudarlos a avanzar en su agenda científica y elevar sus niveles de competitividad en la economía global tecnológica.

En el año 2005 el profesor Hey recibió la condecoración de Honor de la Orden del Comandante del Imperio Británico, por su aporte a la Ciencia en el Reino Unido.

Título de la Ponencia:

e-Ciencia y Cyber-infraestructura.

Resumen de la Ponencia:

El Dr. Hey inició su presentación brindando una definición del concepto e-Ciencia y resumiendo las razones que han llevado a los distintos países a constituir programas nacionales de e-Ciencia como apoyo a la investigación, desarrollo e innovación nativa.

A partir de una serie de ejemplos mediante los cuales identificó los distintos servicios que son requeridos por los grupos de investigación, a medida que van desarrollando su trabajo -dentro de los que destacó, como ejemplo, búsquedas y visualización, almacenamiento de información de grandes magnitudes y distribuidos entre distintas organizaciones, manejo y control de sensores especializados, uso de recursos de cálculo de alto desempeño, entre otros-, explicó porqué cada vez es mayor la necesidad de los grupos de investigación de contar con infraestructuras colaborativas de apoyo y con servicios más complejos.

AstroGRID, IVO (el Observatorio Virtual Astronómico Internacional) y *The comb-e-Chem Project*, fueron los proyectos a los que recurrió para graficar sus postulados en el tema, ahondando en el uso de los distintos servicios que brindan éstos, y las razones que han justificado la construcción de estas propuestas.

A partir de los ejemplos que expuso, el Dr. Hey definió la Cyber-Infraestructura, refiriéndose a sus principales cualidades y funciones, así como también las mejores soluciones tecnológicas que están siendo aplicadas en su construcción en el mundo. En este punto se detuvo para realizar un breve diagnóstico de las ventajas que tendrá para los servicios de tecnología, la integración de Grid y *Web Service*.

¿Cómo sería una Cyber-infraestructura internacional que apoye las problemáticas propias del quehacer científico? El Dr. Hey, en su presentación, ofreció una respuesta a esta interrogante, e hizo un llamado para abrir el acceso a las publicaciones científicas, enumerando algunas de las iniciativas que se están generando en Inglaterra, Francia y Alemania en esta materia, y argumentando que hoy existen las posibilidades tecnológicas para abordar este desafío.

Para concluir su presentación, Tony Hey mostró las distintas alternativas tecnológicas que su empresa, Microsoft, brinda hoy para apoyar a las universidades, los investigadores y las comunidades, en lo que se refiere a las complejas necesidades del mundo de la ciencias.

Louis O. (Bob) Hertzberger

Louis O. (Bob) Hertzberger es Master (1969) y Doctor (1975) en Física Experimental de la Universidad de Ámsterdam.

Hasta 1982 participó en experimentos de energía física en CERN (Ginebra), el último de los cuales -UA1- le valió el Premio Nobel a C. Rubia y S. Van de Meer por el descubrimiento de las partículas bosón de W y Z.

En 1983 se integra a la Universidad de Ámsterdam como profesor de Ciencias de la Computación, aquí crea el Departamento de Informática. Más aún, dirige la Fundación de Ciencias de la Computación de Holanda que integra muchas otras instituciones científicas.

El profesor Hertzberger ha liderado y participado en varios proyectos nacionales holandeses financiado por la Unión Europea, principalmente en procesamiento paralelo y robótica. Además inició con éxito el proyecto de Laboratorio Virtual en Ámsterdam y contribuyó en la fabricación del Parque de Ciencia Ámsterdam, conocido como un centro internacional en el campo de la e-Ciencia.

Hertzberger fue Decano de la Facultad de Matemáticas e Informática y Presidente de *Stichting Informatica Onderzoek Nederland* (SION; fundación para la investigación informática en los Países Bajos). Además asesoró, a nivel europeo, y fue miembro de los Comités Nacionales de los Ministerios Educación, de la Cultura, Ciencia y Asuntos Económicos, en el campo de Informática del alto desempeño.

Actualmente se desempeña como Director Científico del Centro de Bioinformática de Holanda (NBIC) y director del Laboratorio Virtual Nacional para el proyecto de e-Ciencia, basado en tecnología Grid. Además, es director interino de un programa holandés de Bioinformática y BioGrid de los países bajos. Cabe destacar que Bob Hertzberger, ha sido premiado oficialmente por la orden *Orange Nassau* debido a su contribución a la Ciencia y la Sociedad.

Su interés actual es la investigación multidisciplinaria y la investigación de sistemas informáticos complejos.

Título de la primera ponencia:

e-Ciencia y Grid, el Laboratorio Virtual para e-Ciencia.

Resumen de la primera ponencia:

El profesor Hertzberger presentó una visión de los desafíos y temas de investigación en Grid y e-Ciencia, abordando una idea general de las motivaciones para el desarrollo de éstas y de las consecuencias que ello conlleva para el progreso de las naciones. Ilustró esta materia, a través de la presentación de una gran diversidad de desarrollos que se están generando gracias a las motivaciones que comportan la e-Ciencia y la Grid.

Hertzberger basó su exposición en una premisa fundamental: la e-Ciencia complementa la ciencia teórica y experimental, por lo tanto, debe aplicar e integrar la metodología Web/ Grid, siempre que le sea posible. Esta labor, de acuerdo al Dr. Hertzberger, exige una aproximación diferente al experimento pues el computador es parte integrada de éste y, en consecuencia, la e-Ciencia depende de un óptimo uso y articulación de las infraestructuras de las tecnologías de información y comunicación (TIC).

El Dr. Hertzberger presentó la filosofía principal del proyecto de Laboratorio Virtual para la e-Ciencia, que se basa en una investigación multidisciplinaria y en el desarrollo de la infraestructura TIC. Este objetivo central, está relacionado, en los casos aplicados -como los conductores para la investigación en ciencias de la computación e ingeniería-, con la resolución de problemas, que se consigue mediante *software* genéricos y de aplicación específica, la reutilización de las componentes -vía soluciones genéricas, siempre que sea posible- y la racionalización de los procesos de experimentación (reproducibles y comparables). Detalló que debe haber dos ambientes de investigación en experimentación: la prueba de conceptos para experimentación aplicada y los prototipos rápidos, para la experimentación en ciencias de la computación. De este modo, Hertzberger brindó las ideas base detrás del proyecto de Laboratorio Virtual para la e-Ciencia.

El investigador, escogió ilustraciones de diversos dominios científicos, para explicar la metodología de investigación usada en el citado proyecto, el cual requiere de dos entornos TIC de e-Ciencia, y profundiza en el impacto sobre la infraestructura de TIC.

Hertzberger explicó, además, cómo es que esta metodología puede ser la base para un mayor desarrollo de una infraestructura de investigación en TIC para la e-Ciencia en Holanda, cuya primera parte será realizada en el futuro cercano, debido a la aceptación de la llamada propuesta BIG-GRID.

Finalmente el Dr. Hertzberger destacó, entre sus conclusiones:

- La e-Ciencia va mucho más allá que el tratar de hacer frente a la explosión de datos actual.
- La implementación de un sistema de e-Ciencia requiere mayor racionalización y estandarización de los procesos de experimentación.
- El éxito de la e-Ciencia demanda la realización de un ambiente que permita: conducir aplicaciones de experimentación y rápida propagación y retroalimentación de estos nuevos métodos.
- Se intenta hacer todo esto por medio del desarrollo de pruebas de conceptos basados en la Grid.

Título de la segunda ponencia:

De la Bioinformática a la e-Biociencia.

Resumen de la segunda Ponencia:

El Dr. Hertzberger dio inicio a su segunda exposición esbozando, a modo general, el papel y las características de la Bioinformática, y de la relación entre Bioinformática, e-Ciencia y Genómica, y, también, con otros campos de las Ciencias de la Vida (cuyas aplicaciones para la e-Ciencia son, a veces, llamadas e-Biociencia). De acuerdo al panelista, la Bioinformática está jugando un papel fundamental en experimentos de gran procesamiento, como es el caso de las aplicaciones de micro-arreglo.

Mención especial hizo de dos aspectos que la Bioinformática debe abordar: la responsabilidad científica para desarrollar conceptos y modelos de cómputo subyacentes para convertir datos biológicos complejos en conocimiento biológico y químico útil, y la responsabilidad tecnológica para administrar e integrar enormes cantidades de datos, provenientes de fuentes heterogéneas, de grandes cantidades de experimentación de materias procesadas.

El investigador, abordó los problemas actuales en la relación entre Bioinformática y e-Ciencia, identificando: la falta de buenos estándares y el hecho de que el *software* comercial, a menudo, no es abierto. Éstos, según Hertzberger, dificultan la conexión y, sobre todo, la integración en una cadena de tecnología de e-Biociencia. Argumentó que los entornos de resolución de problemas desarrollados en e-Ciencia y el enfoque que se adopte en Laboratorios Virtuales para la e-Ciencia, son cruciales para el éxito de la Bioinformática, pues proporcionan una forma de reutilizar los componentes de *software*. Junto a esto, ilustró las dificultades para las aplicaciones de Bioinformática y e-Biociencia.

Al cerrar su presentación, el Dr. Hertzberger presentó cinco conclusiones fundamentales:

- La Bioinformática puede ser considerada como un capacitador esencial y es una forma de e-Ciencia.
- La Bioinformática ayudará a realizar el cambio necesario en los experimentos en Ciencias de la Vida.
- Un mejor apoyo a la experimentación y un uso óptimo de las infraestructuras de tecnologías de información y comunicación, requieren de racionalización.
- La Bioinformática no puede separarse de las aplicaciones de e-Biociencia, y esta última debe estar comprometida con las aplicaciones biomédicas.
- La Bioinformática ayudará a realizar los cambios necesarios en la experimentación en Ciencias de la Vida, apoyando, de mejor modo, la experimentación y el uso óptimo de las infraestructuras TIC, que requieren procesos de experimentación racionalizados.

Evaluación del Primer Congreso Nacional de e-Ciencia:

¿Cuál es su evaluación del Congreso de e-Ciencia?

Encuentro que fue un congreso muy enfocado e interesante, que brindó una serie de puntos de vista en torno a la e-Ciencia. También demostró que la e-Ciencia no se encuentra bien definida en este preciso momento, pero que es muy importante para el desarrollo de la Ciencia en general. Por otra parte, la discusión fue muy interesante y me sentí bastante intrigado por la actitud de los representantes de vuestro Gobierno, quienes por una parte observaron que la e-Ciencia es importante, pero que por otra,

querían más documentos que describan en forma más detallada los tipos de actividades de e-Ciencia que se debieran emprender.

Teniendo en mente esta experiencia, ¿cuáles son las posibilidades que usted ve para el desarrollo de la e-Ciencia en Chile?

Ya lo mencioné durante las discusiones. Dado que REUNA es responsable de la infraestructura de la red académica y ya que la e-Ciencia debiera ser construida sobre esa estructura, REUNA debiera coordinar y orientar la iniciativa. Tienen, eso sí, que hacerlo junto con representantes de los más importantes dominios y aplicaciones para usuarios finales. La naturaleza de esas aplicaciones depende en parte de la necesidad en Chile de estas aplicaciones en particular, así como también de la importancia que esas aplicaciones pudieren tener para el impacto científico, de innovación y económico.

Por lo tanto, mi consejo sería comenzar con la preparación de una propuesta en esta dirección y, al mismo tiempo, comenzar a reunir suficiente apoyo de parte de vuestras comunidades de usuarios (finales).

Por otra parte, debieran iniciar una discusión con los representantes de vuestro Gobierno, como los que estuvieron presentes en la mesa redonda, para debatir sobre el tipo de dinero que ellos estarían dispuestos a donar y sobre la fecha y el período de tiempo en que podría éste estar disponible.

Ustedes podrían utilizar parte de su propuesta como punto de referencia, además de los resultados del informe que actualmente tenemos en relación a nuestro programa de Bio-Informática y e-Bio-ciencia. Pero ustedes, y solamente ustedes, pueden decidir qué áreas de la Ciencia son interesantes para comenzar en vuestro propio país. Por ejemplo, ¿es importante el trabajo del nuevo observatorio? ¿Qué se podría hacer en Biología (Genómica) o Biodiversidad?, etc.

Como dije, estoy dispuesto a ofrecer más ayuda y dar a conocer nuestra experiencia, pero ésta sólo debiera ayudar a guiar vuestros esfuerzos. Vuestra gente y vuestros científicos computacionales y de otras áreas experimentales son responsables de la dirección que se tome.

Robert Christopher Smith

Chris Smith es Doctor en Astronomía (1992) de la Universidad de Harvard, Cambridge, Massachussets (Estados Unidos). Ha trabajado desde el año 1997 en el Observatorio Inter-Americano de Cerro Tololo (CTIO), parte integral de los Observatorios Astronómicos Ópticos Nacionales de los Estados Unidos (NOAO) y de la Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía (AURA), donde se ha ocupado de supervisar y dirigir programas para estudiantes, incluyendo el programa CTIO REU (Research Experiences for Undergraduates), para estudiantes de Estados Unidos, y el CTIO PIA (Práctica de Investigación en Astronomía), para estudiantes de Chile.

Desde el año 2002 hasta la fecha, se ha desempeñado en el Observatorio Interamericano Cerro Tololo CTIO (NOAO), como astrónomo asociado al *Data Products Program South*, relacionado con el manejo computacional de recursos científicos, soporte de instrumentos en Gémini (GMOS, *software*) e instrumentos de CTIO (MOSAIC, reguladores Arcon).

Previo a su experiencia laboral en Chile, estuvo en el Departamento de Astronomía de la Universidad de Michigan, en un programa independiente de investigación de las supernovas y sus interacciones con el medio interestelar, financiado parcialmente, como PI, por la Fundación Nacional de Ciencias (*National Science Foundation* – NSF).

Chris Smith, también ha sido investigador asistente en la Universidad de Harvard, en el Kitt Peak National Observatory en Tucson, Arizona, y en el *Sacramento Peak Observatory*, Sunspot, Nuevo México, entre otros.

El profesor Smith es miembro permanente de la Sociedad Americana de Astronomía, la Sociedad Astronómica del Pacífico y del SPIE, Sociedad Internacional de Ingeniería Óptica.

Título de la Ponencia:

e-Ciencia en Astronomía: De los Fotones a los Petabytes. La Astronomía en la Era de las Mediciones a Gran Escala y los Observatorios Virtuales.

Resumen de la Ponencia:

Gráfico fue el inicio de la presentación del Dr. Chris Smith, quién mostró a la concurrencia cómo ha cambiado la imagen convencional de la Astronomía. Hasta ahora relacionada con la imagen de un científico solitario, mirando a través de un telescopio, sobre la cima de una montaña; esta figura ha experimentado un cambio radical durante la última década: si bien la actividad en solitario aún existe, la investigación astronómica se concentra, cada vez más, en actividades de e-Ciencia, incluyendo búsquedas en grandes archivos y bases de datos, para identificar y estudiar ingentes cantidades de objetos, observados a través de mediciones de gran escala.

Smith mostró cómo estos archivos y bases de datos están enlazados por un conjunto de estándares e iniciativas para crear Observatorios Virtuales (OV): mientras un observatorio real es un conjunto de telescopios, cada uno con una colección única de instrumentos astronómicos, el OV se conforma mediante un conjunto de centros de datos, cada uno con una colección única de datos astronómicos, productos de *software* y capacidades de cálculo, que, a su vez, dependen de la infraestructura de redes de alta velocidad, de grandes archivos y del procesamiento distribuido, para poder cumplir la promesa de extraer nuevos resultados científicos desde sus amplios recursos.

El investigador sostuvo que estos recursos muy pronto crecerán y pasarán de los TeraBytes a los PetaBytes, con enormes volúmenes de datos que demandarán soluciones tecnológicas integradas, y que aportarán nuevas iniciativas como la del Gran Telescopio de Medición Sinóptica (LSST, sigla referida a su nombre en inglés), proyecto integrado por la Universidad de Arizona, la empresa Research Corp., la Universidad de Washington y el Observatorio Nacional de Astronomía Óptica. La instalación del LSST en Chile (en el Cerro Pachón, IV Región), cambiará la forma como se observa el Universo, mapeando en profundidad el cielo visible, rápida y continuamente, abriendo ventanas nuevas al Universo, y produciendo descubrimientos en una variedad de áreas de la Astronomía y la Física fundamental, lo que hará necesario el desarrollo de nuevos estándares y nuevas ideas para que la infraestructura pueda enfrentar estos desafíos.

Robert Michael Woodcock

Robert Woodcock es Gerente de Proyectos de CSIRO (*Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*) - División de Exploración y Minería, Geociencia Computacional -donde es responsable de los esfuerzos de tecnología de dotación lógica en Geociencia computacional en el tema de descubrimiento predictivo, además coordina la distribución de actividades de la Grid para el ambiente y tierra sólida (industria de explotación minera australiana)-, y Director de la Comunidad See Grid.

Realizó su Doctorado en "Modelamiento Físico para Simulación Quirúrgica" en UWA, Universidad de Australia Occidental.

Sus intereses actuales están en el desarrollo de un marco de *software* para apoyar la modelación y simulación de los problemas de la Geociencia, usando las tecnologías de servicio de la Grid y de la Web.

Son, también, del interés de Woodcock la administración de proyectos de investigación y desarrollo, de la tecnología de dotación lógica, de los sistemas de información y cálculo distribuido, y de los gráficos computacionales.

Fue el principal técnico oficial de un súper *software* internacional y, previamente, encargado de Investigación y Desarrollo en Tecnologías Fractal (antiguamente gráficos Fractal). También ha realizado algunas conferencias en Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad de Australia Occidental.

Título de la Ponencia:

Hacia la Geociencia Orientada al Servicio. See Grid y APAC Grid.

Resumen de la Ponencia:

El Dr. Woodcock inició su presentación indicando que Australia ha definido como una prioridad nacional de investigación, utilizar las tecnologías de frontera para construir y transformar las industrias australianas, llevándolas a una categoría mundial.

En particular, hizo referencia a un objetivo prioritario: mejorar la gestión de los datos para mejorar las aplicaciones de negocio existentes, y la generación de nuevas aplicaciones creativas, usando tecnologías digitales.

En este marco, continuó su presentación, asociando la señalada prioridad, al caso particular de la Geociencia. Para explicar mejor esta problemática, hizo un recuento de las ineficiencias más importantes que se encuentran en la gestión de datos de Geociencia, y su interoperabilidad con otras aplicaciones relacionadas.

Declaró que, a partir de 2003, Australia define una agenda en la cual prioriza resolver tres necesidades destacadas en la gestión de datos:

- Los problemas en el acceso a la información precompetitiva en Geociencia.
- Lo incompleto y fragmentado de la información existente -en ocho agencias estatales, donde cada una cuenta con sus propios sistemas de gerencia, información y estructuras.
- La ineficacia de los sistemas dispares existentes, que causan costos más altos y aumentan el riesgo, tanto para la industria, como para los proveedores de servicio.

A partir de la revisión de estas necesidades, como de lo que se espera de este trabajo, el Dr. Woodcock mostró "*The Solid Earth and Environment Grid*" (SEE GRID), desde el enfoque de la obtención de información y su gestión integrada. Estos aspectos centrales de SEE GRID, se relacionan con la gestión de información integrada y los servicios establecidos para optimizar el uso de la información relevante en Geociencia, acorde a las necesidades de los distintos actores. Junto con ello, el investigador hizo referencia a las tecnologías y estándares considerados.

En la última parte de su presentación, el Dr. Woodcock analizó cómo, a través del uso de computación de alta demanda, se ha mejorado el apoyo a la exploración y a la minería.

Evaluación del Primer Congreso Nacional de e-Ciencia:

¿Cuál es su evaluación del Congreso de e-Ciencia?

Me impresionó mucho el Congreso de e-Ciencia y el entusiasmo que muchos de los asistentes mostraron. Disfruté y aprendí con las presentaciones de los demás oradores, las cuales proporcionaron una buena introducción a las actividades internacionales en el área de la e-Ciencia y nuevas perspectivas sobre la implementación y el manejo de Mallas computacionales (Grids). Creo que el Congreso ha brindado un punto en común a los asistentes a medida que avanzaron en el desarrollo de proyectos de e-Ciencia en Chile.

Teniendo en mente esta experiencia, ¿cuáles son las posibilidades que usted ve para el para el desarrollo de la e-Ciencia en Chile?

Al mirar hacia el futuro, parece claro que Chile tiene algunos desafíos por delante en cuanto a actividades de financiamiento. Si bien es posible que Chile, al igual que Australia, en muchos aspectos, no sea capaz de financiar actividades en la misma medida que muchas de las Mallas internacionales, existen muchas áreas alternativas en las cuales Chile puede contribuir si los participantes colaboran. La ventaja de los investigadores chilenos reside en el cultivo de una Comunidad de Práctica de e-Ciencia y el logro de un alto nivel de colaboración. La colaboración exige comunicación y esto quiere decir, en el sentido de la e-Ciencia, que la información y los servicios de investigación debieran ser interoperables. Chile claramente tiene oportunidades para hacer aportes a los estándares de interoperabilidad para la e-Ciencia tanto en Astronomía como en Geociencias. El adoptar y aportar a lo que han desarrollado las Mallas internacionales en términos de *Middleware* de Mallas, permitiría enfocar las actividades de e-Ciencia de Chile hacia las áreas alternativas. Espero con ansias ver, y quizás ser parte de, la evolución de la e-Ciencia en Chile en el futuro.

Bill St. Arnaud

Graduado de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Carleton, Bill St. Arnaud es Director Senior de proyectos de red de Canarie Inc., organización dedicada al desarrollo de Internet en Canadá.

St. Arnaud es responsable de coordinar la implementación de la Internet de nueva generación, mediante fibra óptica, en Canadá, proyecto denominado CA*net4. De acuerdo al *Time*, St. Arnaud es el ingeniero que hace avanzar la Ciencia canadiense.

Antes de llegar a Canarie, Bill St. Arnaud fundó y presidió una firma de red e ingeniería de software LAN/WAN denominada TSA ProForma Inc. TSA desarrolló gran parte de los sistemas de red cliente-servidor para uso en el ámbito financiero en el Extremo Oriente y en Estados Unidos.

Su amplio bagaje, ha llevado a Bill St. Arnaud a ser invitado como charlista en numerosas conferencias relativas a Internet y redes ópticas, además de ser activo colaborador en un gran número de revistas dedicadas a estos mismos temas.

Título de la ponencia:

E-Ciencia y Redes de Investigación y Desarrollo
"Google triturando todo".

Resumen de la ponencia:

St. Arnaud comenzó su exposición indicando que, durante los últimos años, ha habido mucha emoción en torno a los nuevos conceptos de e-Ciencia y Ciberinfraestructura. Inicialmente, éstos se han concentrado en nuevas herramientas para la investigación, fundamentales en diversas disciplinas.

Comentó que Chile y Canadá, enfrentan desafíos similares, señalando que construir grandes herramientas científicas es importante, pero igualmente importante son los beneficios comerciales y sociales. En esta línea, St. Arnaud indicó cómo las herramientas de e-Ciencia pueden ser usadas en negocios, en la industria y en aplicaciones sociales.

El investigador hizo un breve resumen acerca de Canarie y de SOA (*Service Oriented Architecture* - Arquitectura Orientada al Servicio), cuya meta es desplegar un rango de servicios que mejoren otras aplicaciones para la manipulación de datos y contenidos, que permitan a los usuarios trabajar con ellos del modo que elijan. Mediante este ejemplo, demostró el real potencial e impacto económico de la e-Ciencia, señalando aplicaciones industriales y de negocios, para la Minería, la Agricultura, el control de procesos, la manufactura, etc.

El Director de Proyectos de Canarie, detalló un enfoque nacional en relación a la e-Ciencia en Canadá, enseñando cómo éste se desarrolla a través de la industria y la colaboración universitaria, y destacando la importancia de las redes a través de las cuales se desarrolla la e-Ciencia.

Al término de su presentación, St. Arnaud concluyó que, tanto SOA como la Ciberinfraestructura, son fundamentales para transformar la Ciencia y las Tecnologías de Información, destacando el potencial de comercialización de la e-Ciencia que, de acuerdo a su exposición, es significativamente mayor que el de la Ciencia tradicional.

Evaluación del Primer Congreso Nacional de e-Ciencia:

¿Cuál es su evaluación del Congreso de e-Ciencia?

Me impresionó mucho que fueran capaces de reunir a altos personeros de Gobierno y académicos en la misma habitación. Lo más importante es iniciar el diálogo.

Teniendo en mente esta experiencia, ¿cuáles son las posibilidades que usted ve para el desarrollo de la e-Ciencia en Chile?

Veo grandes oportunidades en Chile para adelantar rápidamente a muchos países en el desarrollo de herramientas de e-Ciencia para aplicaciones comerciales y para proyectos internacionales de investigación. Muy pronto, muchas compañías como Microsoft, IBM, Google y otras, pondrán al alcance herramientas de e-Ciencia en forma fácil y económica, por ejemplo AJAX, Ruby on Rails, REST, JAVAX, servicios web, etc. Creo que la oportunidad que tiene Chile es la de capacitar a su juventud en el uso de estas herramientas – primero de las aplicaciones de e-Ciencia, tales como acceder a instrumentos y bases de datos remotos y luego pueden tomar todo ese conocimiento y llevarlo al mundo del comercio.

Ver:

- <http://lists.canarie.ca/pipermail/news/2006/000198.html>
- <http://lists.canarie.ca/pipermail/news/2006/000208.html>
- <http://lists.canarie.ca/pipermail/news/2006/000224.html>
- <http://lists.canarie.ca/pipermail/news/2006/000232.html>
- <http://lists.canarie.ca/pipermail/news/2006/000254.html>
- <http://lists.canarie.ca/pipermail/news/2006/000255.html>

Roberto Barbera

Cum Laude en Física (1986), en 1990 Roberto Barbera obtiene el grado de Doctor en Física de la Universidad de Catania (Italia). Desde principios de 2005, Barbera se desempeña como profesor asociado en el Departamento de Física y Astronomía en la Universidad de Catania.

Su actividad primordial en investigación, la ha desarrollado en el ámbito de la Física Nuclear Experimental y de Partículas. El profesor Barbera ha participado en numerosos experimentos en Francia, Rusia, Estados Unidos y Suecia, que estudian las características nucleares de la materia en grandes colisiones iónicas en energías intermedias; además, ha sido miembro de la Colaboración CLAMSUD, que persigue construir un espectrómetro magnético para detectar piones, protones y kaones en colisiones protónicas inducidas.

Autor de más de 60 *papers* publicados en periódicos internacionales, y de cerca de 100 presentaciones llevadas a conferencias internacionales, es, además, árbitro del periódico de *Cómputo en Grid*.

Desde 1997 participa en el Experimento NA57, en CERN SPS, y en el Experimento ALICE, en CERN LHC. En ALICE es coordinador del *software* Fuera de Línea del Sistema de Rastreo Interno y miembro del Directorio Fuera de Línea.

Su interés en computación Grid se manifiesta a fines de 1999.

Hoy, Roberto Barbera es miembro del Directorio Técnico del proyecto italiano de Grid que desarrolla el INFN, dentro de éste, es coordinador del proyecto Portal GENIUS y del laboratorio virtual de GILDA, para las actividades de difusión de la Grid.

A nivel europeo, es coordinador de las actividades de Aplicaciones Genéricas de NA4, dentro del proyecto EGEE. Desde el año 2001, el profesor Barbera es, también, miembro del Comité Técnico de TERENA para el Área de Tecnología Grid.

Desde enero de 2006, el profesor Barbera se desempeña como Coordinador Técnico del proyecto de EELA (*E-Infrastructure shared between Europe and Latin America* - E-Infraestructura compartida entre Europa y Latino América).

Título de la ponencia:

Grid como Plataforma para la e-Ciencia: La Experiencia de EELA en e-Infraestructura.

Resumen de la ponencia:

La presentación del Dr. Barbera abordó las ventajas de las Grid computacionales como elementos claves para el desarrollo de la e-Ciencia.

Abriendo el camino hacia los proyectos de Grid que se desarrollan en el viejo continente, Barbera brindó una visión de lo que significa la Grid para la e-Ciencia: redes de centros de procesamiento de datos y *software* de *Middleware* que actúan como “pegamento” para los recursos; pegamento que posibilita a los investigadores desarrollar sus actividades, no obstante su ubicación geográfica, interactuando con sus pares y compartiendo el acceso a los datos provistos por los instrumentos científicos y los experimentos que se ejecutan.

Refiriéndose a la revolución que genera la Grid en el trabajo y en el entendimiento del trabajo científico, Barbera destacó la nueva generación de e-Infraestructuras, que son flexibles en su control y en las posibilidades que abren para compartir recursos distribuidos.

Presentó el estado de los proyectos actuales de Grid en Europa – principalmente EGEE, DEISA y SEE-Grid-, que son soportados por la infraestructura de red paneuropea GÉANT2.

El profesor Barbera continuó presentando el mapa de los proyectos Grid en el mundo y, mediante éste, se introdujo en la experiencia del Proyecto EELA, que busca levantar un puente digital entre las iniciativas de e-Infraestructura en Europa (en el marco del Proyecto EGEE) y aquellas que están emergiendo en América Latina, mediante la creación de una red de colaboración que comparte una infraestructura de Grid para apoyar el desarrollo y prueba de aplicaciones avanzadas.

EELA establece una red de colaboración dentro de la cual es posible identificar y promover un marco de sustentabilidad para la e-Ciencia en Latinoamérica. Esta iniciativa es considerada estratégica para reforzar la colaboración entre América Latina y Europa, tomando ventaja de la

ya establecida conexión y de las redes avanzadas como RedCLARA -la primera red regional de investigación y educación de Latinoamérica- y GÉANT2 en Europa.

El investigador resaltó que mediante acciones específicas de soporte, EELA aspira a posicionar a los países latinoamericanos en el mismo nivel de los desarrollos europeos, en términos de e- Infraestructura. Recalcó que ahora que la infraestructura de red en América Latina es estable, el foco de EELA estará puesto en la infraestructura de Grid y en algunas aplicaciones relacionadas de e- Ciencia. Además, ahondó en las aplicaciones que EELA está desarrollando en procesamiento intensivo de datos, Medicina, Clima y e-Educación. Siguiendo la línea establecida por las instituciones que participan en el proyecto, EELA ha identificado dos ámbitos de trabajo fundamentales: la creación de una red humana en e-Ciencia, valorando sus necesidades y brindándole entrenamiento, y la conducción de desarrollos tecnológicos que permitan el desarrollo y operación de Grid en la región. Para acometer de mejor modo esta tarea, EELA dispuso –y mantiene en línea- un Cuestionario para Nuevas Comunidades de Usuarios, que busca identificar el grado de conocimiento que existe sobre las Grid en la región latinoamericana, e identificar aplicaciones que podrían ser llevadas a la Grid del proyecto; respecto del primer objetivo, Barbera indicó que, los resultados preliminares del estudio, indican que es bastante bajo el conocimiento relativo a Grids en el continente, situación a lo menos preocupante. El investigador invitó a las comunidades chilenas a participar de esta iniciativa a fin de integrarse al proyecto.

Especial relevancia otorgó Roberto Barbera a un estudio recientemente [en relación a la fecha en que se desarrolló el Congreso] liberado por Oracle, que indica que las organizaciones europeas podrían ahorrar €4.5 billones a través de la adopción de tecnologías básicas para establecer Grids, y a las estimaciones de los analistas industriales Gartner y Giga, que afirman que mediante la estandarización y consolidación de las e-Infraestructuras, Europa podría ahorrar entre un 8,5% y un 20% en sus presupuestos para tecnologías de la información y la comunicación.

En su resumen final y a modo de conclusión, Barbera recordó los siguientes ítemes:

- La e-Ciencia es una de las claves para lograr el progreso y el desarrollo sostenible de un país.
- La Unión Europea está desarrollando programas para estimular e impulsar la e-Ciencia más allá de sus fronteras continentales.

- ALICE (América Latina Interconectada con Europa) y EELA son considerados, en Bruselas –sede de la Comisión Europea-, como proyectos estratégicos para la cooperación entre Europa y Latinoamérica.
- América Latina y, en particular, Chile, deberían profitar de esto tanto como les sea posible, y construir ahora las bases para la sustentabilidad a largo plazo, tanto de la red como de las infraestructuras de Grid en el continente (y el país).

Evaluación del Primer Congreso Nacional de e-Ciencia:

¿Cuál es su evaluación del Congreso de e-Ciencia?

En mi opinión, el Congreso de e-Ciencia, tanto desde el punto de vista de los participantes como del programa, ha sido un evento muy importante. Se le puede considerar un hito en la senda de Chile hacia el desarrollo de e-Infraestructuras y de la e-Ciencia.

Teniendo en mente esta experiencia, ¿cuáles son las posibilidades que usted ve para el desarrollo de la e-Ciencia en Chile?

El nivel cultural y económico de Chile, le dan a este país grandes oportunidades para crear una Iniciativa Nacional de Mallas (INM), para el desarrollo de un importante programa de e-Ciencia. La e-Ciencia representa uno de los activadores clave del progreso y el desarrollo sustentable de un país y, por lo tanto, Chile debiera apuntar al establecimiento de infraestructuras de red y de mallas que sean flexibles, confiables y duraderas. Esto debiera hacerse siguiendo tanto un enfoque “ascendente” como uno “descendente”. En el primer caso, las universidades y los centros de investigación debieran colaborar de forma más estrecha junto a REUNA, la Red Nacional chilena de investigación, para desarrollar aplicaciones (Bio-medicina, Climatología, Geología, etc.) que pudiesen ser beneficiosas para el país y la sociedad. Los resultados de estas aplicaciones debieran ser expuestos a los políticos y la gente que toma decisiones en forma periódica en eventos públicos tales como el Congreso de e-Ciencia. En el caso del segundo enfoque, la comunidad científica de Chile debiera formar un Grupo de Reflexión, conformado por reconocidas personas, de alto nivel, que puedan sugerir y recomendar al Gobierno el establecimiento de una INM permanente para el beneficio de la e-Ciencia.

Rajkumar Buyya

Master en Ciencias Informáticas e Ingeniería de la Universidad de Bangalore (India. 1995) y Doctor en Ciencias Informáticas e Ingeniería de Software de la Universidad Monash (Melbourne, Australia - 2002), hoy por hoy el profesor Buyya es Director del Programa de Maestría en Ingeniería y Cómputo Distribuido (MEDC) y Director del Laboratorio de Computación Grid y Sistemas de Distribución (GRIDS) del Departamento de Ciencias Informáticas e Ingeniería de Software de la Universidad de Melbourne, Australia.

Rajkumar Buyya ha participado en diversos proyectos de investigación, entre ellos, el proyecto Gridbus de la Universidad de Melbourne (a partir del año 2002), que fue financiado por el Consejo de Investigación australiano (ARCO), la Universidad de Melbourne y Sun Microsystems, entre otros.

Los intereses del professor Buyya van en la línea de la Arquitectura Computacional, Sistemas Operativos, Computación Paralela y Distribuida (*Cluster*, Grid, y sistemas *Peer-to-Peer*), tecnologías y aplicaciones en e-Ciencia y e-Negocios, y servicios escalables de Internet orientados a la ingeniería de *softwares*.

La experiencia del profesor Buyya se ve refrendada en cerca de 160 publicaciones, entre las que se incluyen *papers* en periódicos, presentaciones en conferencias internacionales y libros, entre otros.

Título de la ponencia:

Middleware de Gridbus: Construyendo Grids Utilitarias para el Empoderamiento de las Aplicaciones de e-Ciencia.

Resumen de la ponencia:

El Dr Buyya comenzó su exposición con una detallada charla sobre el contexto actual en el trabajo de Grid, donde el cómputo está emergiendo como un nuevo paradigma para el procesamiento paralelo y distribuido basado en Internet. Éste permite compartir, seleccionar y agregar recursos autónomos distribuidos geográficamente, tales como computadores, servidores, grupos, súper computadores, bases de datos e instrumentos científicos, para la resolución de problemas a gran escala en las ciencias, la ingeniería y el comercio.

Expuso sobre los diversos desafíos que necesitan abordar los desarrolladores de aplicaciones de Grid: seguridad, heterogeneidad, dinamismo, balance, confiabilidad, creación y fijación de costos del servicio, descubrimiento de recursos, administración de recursos, descomposición de aplicaciones y composición del servicio, y la calidad de los mismos. A fin de enfrentar algunos de estos desafíos, el proyecto Gridbus ha desarrollado tecnologías *Middleware* de Grid que apoyan la rápida creación y el desarrollo de aplicaciones de e-Ciencia y e-Negocios, en Grid empresariales y globales.

El Dr. Buyya presentó los componentes del *Middleware* de Gridbus: entorno de desarrollo de aplicaciones Grid para la creación rápida de aplicaciones distribuidas, agente de servicio Grid y programador de aplicación, motor de administración del flujo de trabajo Grid, programador basado en SLA (acuerdos de nivel de servicio), directorio de mercado Grid basado en servicios Web (GMD), servicios de contabilidad Grid, *Gridscape* para la creación de portales dinámicos e interactivos para la supervisión de recursos, *Portlets* para la creación de portales Grid que apoyan la administración basada en la Web de la ejecución de aplicaciones Grid, y el conjunto de herramientas *GridSim* para evaluación de desempeño. Adicionalmente, Gridbus incluye tecnología Grid para empresas, basada en .NET y un marco de servicios Web de Grid, ambos ampliamente utilizados para apoyar la integración de recursos Windows y Unix-Class para cómputo Grid.

Continuó su exposición refiriéndose a los cinco puntos principales para entender la importancia de las Grid en el tema de la e-Ciencia:

- Introducción a e-Ciencia.
- Introducción al cómputo en Grid.
- Arquitectura Grid orientada a servicios y la solución Gridbus.
- Manejador de servicios Grid (*Grid Service Broker*).
- Evaluación de Rendimiento: Experimentos en la creación y despliegue de aplicaciones sobre Grids globales.

Buyya también presentó casos de estudio en relación al uso de tecnologías Gridbus en la creación de aplicaciones en el área de Descubrimiento de Drogas, Neurociencia, Física de Alta Energía, Ingeniería de Lenguaje Natural, Modelamiento Ambiental, Medicina y Análisis de Riesgo.

Por último, se refirió a las implicaciones sociológicas e industriales de este nuevo paradigma de cómputo distribuido, basado en Internet, y a su impacto en el mercado.

Resumen y conclusiones:

- Las Grids han emergido como el soporte para la Ciberinfraestructura que potencia las aplicaciones en e-Ciencia y *e-Business*.
- Las Grids permiten a los usuarios arrendar, en forma dinámica, servicios basados en sus requerimientos de calidad, costo, disponibilidad, y calidad de servicio.
- Las Grids ofrecen enormes oportunidades para realizar e-Ciencia y e-Negocios a nivel global.

Evaluación del Primer Congreso Nacional de e-Ciencia:

¿Cuál es su evaluación personal del Congreso de e-Ciencia?

La Conferencia fue organizada de acuerdo con estándares mundiales y con excelentes oradores y una discusión sobre la creación de un Programa Chileno de e-Ciencia/Mallas. Realmente disfruté mi visita a Chile tanto en lo técnico como en lo social.

Teniendo en mente esta experiencia, ¿cuáles son las posibilidades que usted ve para el desarrollo de la e-Ciencia en Chile?

Apoyo vuestro plan de establecer un programa de e-Ciencia en Chile. El compromiso tanto de los científicos de aplicaciones y computacionales, interesados en crear o ampliar las tecnologías y aplicaciones de Malla. Por supuesto que los esfuerzos sobre aplicaciones pueden concentrarse en áreas de gran importancia para Chile. Además, se debiera fomentar cualquier otra aplicación que los investigadores chilenos dominen.

La Universidad de Melbourne estará feliz de colaborar, cooperar y apoyar vuestra iniciativa de crear programas de e-Ciencia y de Mallas. El Proyecto Gridbus estará feliz de compartir sus tecnologías de Malla con vuestros científicos en diversas aplicaciones.

Ya hemos aplicado nuestras tecnologías de Gridbus en diversos dominios incluyendo la Biología, la Medicina, la Ingeniería, la Economía. Varios casos de aplicaciones de estudiantes y consejos sobre nuestras tecnologías de Malla se pueden encontrar en: <http://www.gridbus.org>.

También es posible que quieran alentar la creación de redes de Malla más pequeñas al interior de una empresa, utilizando nuestra tecnología Alchemi (www.alchemi.net). Esas redes más pequeñas pueden luego ser combinadas para formar un Campus y Mallas nacionales utilizando nuestro Agente Gridbus (www.gridbus.org/broker) según lo expuesto en mi presentación durante la conferencia.

Capítulo IV

“e-Ciencia para el Chile del Bicentenario” El Debate Final

Participantes

Bill St. Arnaud

Director Senior de proyectos de red de Canarie Inc., organización dedicada al desarrollo de Internet en Canadá, Bill St. Arnaud es graduado de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Carleton.

Fabrizio Gagliardi

Doctor en Ciencias de la Computación de la Universidad de Pisa (1974), desde 1993 a 1996 fue el líder del proyecto GPMIMD2 que, financiado por la Unión Europea (UE), desarrolló un supercomputador de MPP, que fue utilizado como prototipo para el actual Sistema Standard de Adquisición de Datos Central (CDR) del CERN.

Desde enero de 2001 hasta abril de 2004, se desempeñó como Director del proyecto DataGrid de la UE, constituido por 21 institutos científicos y de la industria, a nivel internacional. A través de este proyecto, Gagliardi ha sido uno de los más activos proponentes del Foro Global de Grid, que cofundó y en el que participó como miembro del Comité Consultivo Internacional.

Sobre la base de los exitosos resultados del proyecto DataGrid y de otros proyectos Grid relacionados dentro de la UE (DataTAG, CrossGrid, Grace, GRIDSTART), durante el año 2003, lideró el mayor esfuerzo internacional para construir un gran consorcio a ser propuesto a la UE, éste se convirtió en el proyecto EGEE (*Enabling Grids for E-Science*).

En noviembre de 2005, Fabrizio Gagliardi se alejó del CERN y se unió a Microsoft como Director de Computación Técnica de Microsoft.

Gonzalo Herrera

Desde junio de 2006, se desempeña como Director Ejecutivo del Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico, FONDEF. Con una amplia trayectoria en el mundo de las políticas de la innovación científica y tecnológica, lidera el equipo de profesionales del Programa de CONICYT, encargado de vincular a las comunidades científica y empresarial, a través de proyectos conjuntos de investigación y desarrollo.

Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile, tiene un postgrado en Ciencias del Trabajo en el Programa de Economía del Trabajo (P.E.T.) y Ph.D. en Ciencias Sociales del Trabajo, de la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica.

En su último cargo se desempeñó como Director Ejecutivo del Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica del Ministerio de Economía, además de ser el responsable de la política tecnológica del Ministerio de Economía hasta marzo de 2006. Fue, además, miembro del Consejo del Fondo de Desarrollo e Innovación, FDI, e Innova Chile de CORFO, y ha pertenecido, hasta la fecha, al Consejo Directivo FONDEF.

Entre los años 1997 y 2000, se desempeñó como Jefe de Estudios y Evaluaciones del Programa de Innovación Tecnológica del Ministerio de Economía, perteneció al Consejo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y fue Vicepresidente del Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC).

Louis O. (Bob) Hertzberger

Director Científico del Centro de Bioinformática de Holanda (NBIC) y director del Laboratorio Virtual Nacional para el proyecto de e-Ciencia, basado en tecnología Grid. Master (1969) y Doctor (1975) en Física Experimental de la Universidad de Ámsterdam.

Manuel Krauskopf

Bioquímico (Universidad de Concepción), Doctor en Ciencias (Universidad de Chile), Postdoctorado del *Medical Center* Universidad de California (San Francisco, Estados Unidos) y del *Roche Institute of Molecular Biology*, (Nutley, Nueva Jersey), con una carrera académica de más de 30 años -que incluye investigación científica, liderazgo en la enseñanza y administración

universitaria, tanto en Chile como en el extranjero-, el profesor Krauskopf es, desde junio del año 2003, Rector de la Universidad Andrés Bello (UNAB).

En marzo del año 2001 pasó a ser el primer Vicerrector de Investigación y Postgrado de la UNAB y entre 1997 y el 2001, lideró la Vicerrectoría Académica de esta misma Institución de Educación Superior. Al momento de ingresar a la UNAB, se desempeñaba, en tanto, como profesor titular de la Universidad Austral de Chile (UACH), donde tuvo importantes cometidos académicos. Entre ellos, se destacan la creación y puesta en marcha del primer Programa de Bachillerato en Ciencias en el país (1974), la institucionalización de una Dirección de Investigación, la consolidación del Instituto de Bioquímica y la estructuración del postgrado en el ámbito del magíster y doctorado, siendo los primeros alumnos de magíster y doctorado de esa universidad, sus discípulos. También fue integrante de la Junta Directiva de la UACH y uno de los cinco académicos que han sido reconocidos como catedráticos en la historia de esa universidad.

En el ámbito de la excelencia académica superior, participó, desde un comienzo, en el Directorio Chileno del Programa Regional de Entrenamiento de Postgrado auspiciado por el Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Posteriormente, se desempeñó en el Comité Nacional de Biotecnología de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), representándolo ante el Comité Directivo Regional. Asimismo, fue asesor del Ministerio de Educación y otras instituciones, en materias relacionadas con la Ciencia y la excelencia académica, llegando a ser Presidente de CONICYT.

En el campo científico y académico, internacionalmente ha participado en un sinnúmero de encuentros en los que ha asumido responsabilidades relevantes como miembro del Comité de Evaluación Externa de la Universidad de Sao Paulo y de la Universidad Federal de Río de Janeiro, además de ser profesor invitado en *Harvard Graduate School of Education*. También ocupó, hasta 1999, la presidencia de la Asociación Panamericana de Bioquímica y Biología Molecular (*Panamerican Association for Biochemistry and Molecular Biology - PABMB*), entidad que congrega a la mayor parte de las sociedades de bioquímica y biología molecular del Hemisferio Sur.

Pablo Valenzuela

Premio Nacional en Ciencias Aplicadas y Tecnológicas (año 2002), el Dr. Valenzuela es Director de la Fundación Ciencia para la Vida, donde promueve activamente el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en el sector productivo chileno. Presidente de BIOS CHILE IGSA, compañía chilena de biotecnología que fundó en 1986, también es Director del Instituto Milenio de Biología Fundamental y Aplicada (MIFAB).

Profesor Titular Asociado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile y Director del programa de Doctorado en Biotecnología de la Universidad Andrés Bello, Valenzuela es experto en Biología Molecular de enfermedades infecciosas, vacunas, y de todos los aspectos del desarrollo de productos biotecnológicos. Pionero de la Biotecnología Industrial, en 1981 cofundó la compañía Chiron de Biotecnología con la DRS y, a partir de esta fecha hasta 1994, fue su Director de Investigación. Reconocido por sus tempranos estudios en Genética Molecular del HBV y por el desarrollo de tecnología para la Vacuna Recombinada de la Hepatitis B, bajo su dirección, los científicos de Chiron clonaron y secuenciaron el genoma del virus del SIDA y del genoma delta de la Hepatitis, descubrieron el virus de la Hepatitis C, y desarrollaron un sistema de producción de levadura para varias proteínas dominantes incluyendo la Insulina Humana Recombinada.

El Dr. Valenzuela realizó sus estudios universitarios en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de Chile (1959 - 1965), donde se tituló de Bioquímico, y es Ph.D. en Química (Bioquímica) y recibió el Entrenamiento Postdoctoral en el Departamento de Bioquímica y Biofísica de la Universidad de California (San Francisco, Estados Unidos 1970 - 1971).

Ha sido consultor en Biotecnología para la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industria (ONUDI, 1985-1988), consejero para el Congreso de los Estados Unidos - Oficina de Evaluación Tecnológica (1986-1989), miembro del Panel de la Fundación Nacional de Ciencia (NSF - Estados Unidos) en Ciencia y Tecnología (1990-1992), miembro del Panel de Consejeros Científicos del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de las Naciones Unidas (Trieste, 1995-1997 y 1998-1999), miembro del Panel de Coordinadores Científicos para el Programa de Biotecnología Universitaria para América Latina y El Caribe, de las Naciones Unidas (UNU/BIOLAC, Caracas, Venezuela, 1999), miembro de la Comisión

Nacional de Biotecnología (2002) y del Consejo de Certificación Forestal de la Fundación Chile (2001-2002).

Paola Arellano

Directora Ejecutiva de REUNA, desde el 1 de julio de 2005. En 1999 llega a REUNA para desempeñarse como Ingeniero de Proyectos. Sólo un año después pasa a ocupar la gerencia de ésta área, liderando la realización de variados e importantes proyectos.

Arellano es Ingeniero Pesquero de la Universidad Católica de Valparaíso (Valparaíso, Chile), Magíster en Dirección y Gestión de Empresas (c), Programa conjunto Universidad de Chile-ESADE, Universidad de Chile (Santiago, Chile, 1998).

Se desempeñó como Ingeniero de Proyectos en Geo Consultores, en la Universidad Católica de Valparaíso (en el área de Economía Pesquera de la Escuela de Ciencias del Mar) y como Encargada de Producción -en el área de Economía Pesquera- del "Curso Internacional de Bioeconomía Pesquera", organizado en conjunto por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y la Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO).

Rafael Benguria

Vicepresidente de la Academia Chilena de Ciencias, la que integra desde noviembre de 2003 como Miembro Correspondiente. Profesor Titular de la Facultad de Física de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Magister en Física de la Universidad de Chile, Master en Artes y PH.D. en Física de la Universidad de Princeton (Estados Unidos), Rafael Benguria Donoso fue nominado, el 29 de agosto del 2005, por unanimidad, como Premio Nacional de Ciencias Exactas; además, ha obtenido diversos reconocimientos por su labor docente en las Escuelas de Ingeniería de la Universidad de Chile y Católica de Chile: en 1997, Mejor Profesor (otorgado por la Federación de Estudiantes de la Universidad Católica) en 1996, Cátedra Presidente de la República en el Área de Física Matemática, para el desarrollo de la investigación titulada "Desigualdades Isoperimétricas para Problemas de Autovalores". El profesor Benguria es editor de dos de las más importantes revistas internacionales de Física Matemática y ha sido invitado a ofrecer conferencias plenarias en numerosos eventos internacionales.

Rafael Benguria ha tenido una extensa participación en proyectos de investigación, tanto nacionales como de cooperación internacional. Ha realizado más de 13 proyectos como investigador responsable y co-investigador, y ha sido tutor de tesis de doctorado en el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, FONDECYT de CONICYT. Su línea de investigación está principalmente orientada a Físicas Matemáticas, Ecuaciones Elípticas No-lineales y Operadores Schrödinger.

Raúl Burgos

Miembro del Directorio de la Corporación Red Universitaria Nacional, REUNA, desde el año 2004, actualmente ocupa, en él, el cargo de Secretario.

Es Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de La Frontera, Profesor Adjunto del Instituto de Informática de la Universidad Austral de Chile, Raúl Burgos es Ingeniero Electrónico (Universidad de Concepción) y Magíster en Ingeniería Electrónica, Mención Computadores y Sistemas Digitales (Universidad Técnica Federico Santa María, 1991).

Sus principales líneas de investigación están en redes, redes de alta velocidad y comunicaciones inalámbricas. En éstos ámbitos ha llevado a cabo importantes proyectos nacionales, entre los que destaca “Difusión Multimedial Inalámbrica IP”, cuyo objetivo fue crear un canal inalámbrico de difusión multimedial (de banda ancha) para el sector educacional, con un servicio piloto e interactivo, que colaboró con la reforma educacional chilena (financiado por FONDEF).

En la actualidad, siguiendo la misma línea de desarrollo, se encuentra ejecutando el proyecto “Red Inalámbrica Transversal de Alta Velocidad para el Desarrollo Productivo y Social de la IX Región” (apoyado por CORFO), en el que también participa REUNA.

Ricardo Reich

Coordinador General del Programa Mejoramiento de la Calidad en Educación Superior (MECESUP), del Ministerio de Educación (Chile) desde 1998 a la fecha, el Dr. Reich es Ingeniero Civil Químico de la Universidad de Concepción y Ph.D. en Ingeniería Química del Instituto de Tecnología Georgia (Estados Unidos).

Desde 1975 a la fecha, ha sido Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Concepción y Director del mismo. Entre 1976 y 1981, fue Vicerrector de Investigación de la Universidad de Concepción y, desde 1990 a 1998, Director de Investigación de la misma casa de estudios.

Se desempeñó como Coordinador del Proyecto Autoevaluación CRE-Columbus (1996 a 2000), y fue integrante de la Comisión de Evaluación de Calidad de Programas de Pregrado (Ministerio de Educación, 1999).

Su especialidad académica se relaciona con termodinámica aplicada a procesos químicos, equilibrio de fases, acceso y administración de información desde Internet, y procesos autoevaluativos y de autorregulación universitarios.

Ha tenido una destacada participación como editor sectorial de Ingeniería Química de la revista *Latin American Applied Research*, y en la gestión y puesta en marcha de la Red Universitaria Nacional (REUNA). También participó en la gestión y coordinación del Proyecto Autoevaluación de CRE-Columbus (París, Francia), y, como consultor, en el Consejo Superior de Educación de Chile, en el CINDA, en la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), y en el Ministerio de Educación.

Roberto Barbera

Desde principios de 2005, Roberto Barbera se desempeña como profesor asociado en el Departamento de Física y Astronomía en la Universidad de Catania. Coordinador Técnico del proyecto de EELA. Cum Laude en Física (1986), en 1990 obtiene el grado de Doctor en Física de la Universidad de Catania (Italia).

Thierry de Saint Pierre

Director del Programa de Tecnologías de la Información de CORFO. De Saint Pierre es Ingeniero Civil Matemático de la Universidad de Chile, PhD. en Informática, de la Universidad de Paris VI.

En el ámbito académico, se desempeña como Profesor Instructor Adjunto (JP) del Departamento de Ciencias de la Computación, y Profesor de Cátedra del curso de Seguridad de Datos, de la Universidad de Chile.

Moderador: Florencio Utreras

El Dr. Florencio Utreras es Director Ejecutivo de CLARA, Cooperación Latino Americana de Redes Avanzada.

Ingeniero Matemático de la Universidad de Chile (1975), obtuvo el grado de Doctor en Ingeniería de la Universidad de Grenoble, Francia, en 1979.

Desde 1992 y hasta diciembre de 2004, se desempeñó como Director Ejecutivo de la red de investigación universitaria nacional, REUNA, que contribuyó a crear.

Fue profesor de Matemáticas Aplicadas en la Universidad de Chile y profesor visitante en algunas universidades y centros de investigación de Europa (Francia e Italia) y los Estados Unidos.

El Dr. Utreras ha estado involucrado en redes de investigación desde 1987 y ha recibido varios premios por su contribución a la difusión de la tecnología de Internet y de las redes de investigación.

Estructura del Debate

Para el desarrollo del Foro ¿Un programa de e-Ciencia para Chile?, se definió una estructura con una primera parte dedicada al debate en torno a una visión de la e-Ciencia, una segunda fase destinada a la discusión en torno a la necesidad de estructurar un programa nacional de e-Ciencia, y un cierre dedicado al debate abierto en el que se integrarían todos los asistentes. Esta estructura fue cumplida a cabalidad.

En razón de lo ocurrido, y reconociendo el valor fundamental contenido en cada una de las intervenciones, se expondrá en forma textual y, lo más fielmente ajustado a la realidad de las palabras expuestas (dentro de lo posible, dadas algunas restricciones de audio), el completo desarrollo del mismo, en el exacto orden en que éste se desarrolló. En este punto, cabe señalar que cada una de las opiniones contenidas en el Foro, si bien pueden (o no) ser compartidas por la organización del Congreso y su Comité Científico (y editorial, para el caso del presente compendio), son de exclusiva responsabilidad de quienes las expusieron, y pueden ser revisadas en el video del Foro, albergado en el sitio web del I Congreso Nacional de e-Ciencia: http://e-ciencia.reuna.cl/C2006/02_02.htm.

Reproducción del Foro

Jueves 7 de septiembre de 2006

Parte 1, Motivación: ¿Un programa de e-Ciencia para Chile?

El objetivo de esta primera parte es obtener la visión de los panelistas de cómo ven que la e-Ciencia sea algo que en un país como Chile, pueda tener beneficios. Cómo ven el tema desde sus propias disciplinas. Cómo la e-Ciencia puede impactar al desarrollo de un sistema y al desarrollo del país.

Participantes:

Rafael Benguria, Vicepresidente de la Academia Chilena de Ciencias.
Bill St. Arnaud, Director Senior de Redes Avanzadas para CANARIE Inc.
Louis O. (Bob) Hertzberger, Director del Laboratorio Nacional para e-Ciencia de Holanda.
Raúl Burgos, Director de REUNA.
Paola Arellano, Directora Ejecutiva de REUNA.
Fabrizio Gagliardi, Director de Computación Técnica de Microsoft.
Moderador: Florencio Utreras, Director Ejecutivo de CLARA.

Florencio Utreras:

La idea de esta primera media hora es conversar respecto de cuáles son los temas que se han planteado durante estos dos días de Congreso, que, también, de cierta manera, ha sido una prolongación de una Conferencia previa referida a Mallas entre Europa y América Latina, que realizó el proyecto EELA, en el cual hay muchos ejemplos de aplicaciones de lo que nosotros llamamos e-Ciencia.

Antes de eso, vamos a realizar una pequeña ronda de intervenciones por parte de cada uno de nuestros invitados; queremos que haya opiniones de ustedes, iniciales, para luego partir la segunda parte en la discusión, con un enfoque más complementario. Incluiremos, en esta segunda parte, a varias de nuestras Agencias de Financiamiento en Chile.

Quiero partir el tema diciéndoles que hemos hablado de e-Ciencia. Ha habido varias conclusiones referidas a lo que es e-Ciencia y creo que todos concordamos en los puntos centrales. Se trata de dilucidar el cómo

hoy la Ciencia está siendo impactada y se está retroalimentando de las capacidades que ofrecen las tecnologías de información y comunicación.

La Ciencia siempre ha requerido tener acceso a datos y que esos datos se procesen con grandes computadores; y todo esto, naturalmente, no siempre se refiere únicamente a la escala local, sino a la global, aunque ciertamente hace unas decenas de años la escala era necesariamente local, ya que habían pocas posibilidades para compartir los datos.

Muchos de los que estamos en esta sala, si pensamos en hace unos 20 años atrás, probablemente nos acordemos de un sobre viajando y demorándose entre una semana a un mes, para llegar a las manos de algún colega en otro continente u otro país, y así establecer una colaboración con él, no obstante las grandes demoras que eso implicaba. Hoy eso se nos olvidó, y hacemos muy rápido el mismo proceso: podemos colaborar e intercambiar información varias veces al día. Eso es lo que cambió: la forma en que hacemos Ciencia.

Pero, hay una escala superior que está dada, por ejemplo, por el acceso que podamos tener hoy a cantidades masivas de datos que provienen de instrumentos, tanto únicos -como un observatorio en el Cerro Pachón, o algún acelerador en otro lugar del planeta-, como también globalizados, como sería el caso del trabajo con sensores distribuidos en varios países.

Por ejemplo, en la Conferencia EELA, el día martes en la mañana, me enteré que se está construyendo una gran base de observaciones de sensores sismológicos en la Costa del Pacífico y que involucra a varios países como Ecuador, Colombia, Perú, etc.; el análisis de los datos que arrojan estas observaciones, y que están siendo entregados en forma permanente, solamente está pudiendo ser realizado en Francia, puesto que los datos que se recopilan y envían, no pueden ser obtenidos y despachados en forma simultánea en todos los países de América Latina. Eso es sólo una parte de algunas de las consecuencias de lo que yo llamo la brecha digital científica; es decir, las diferencias de capacidades de acceso a los datos y tecnologías que hoy día tenemos en Chile y, en general, en América Latina.

Todas estas cosas conforman un panorama que queremos discutir hoy y podría quedarme toda la tarde hablando, pero no es la idea. Queremos que cada uno dé su visión de cómo ve que la e-Ciencia sea algo que en un país como Chile, pueda tener beneficios. Cómo ven el tema desde sus

propias disciplinas. Cómo la e-Ciencia puede impactar al desarrollo de un sistema y al desarrollo del país, que es lo que a todos nos interesa.

Rafael Benguria:

Quería hacer una advertencia: lo que voy a hablar ahora es a título personal. Yo soy Físico y he sido beneficiado por el desarrollo de la Tecnología en el tiempo que era estudiante, y he ido creciendo junto con el desarrollo de las nuevas tecnologías. Todavía me acuerdo de los antiquísimos computadores IBM y ahora estamos frente a las maravillosas conexiones que tenemos con todo el mundo, como indicaba Florencio.

Muchos de los adelantos que hoy tenemos, son el producto del trabajo de mucha gente. Este es el año de Maxwell y gracias a él tenemos comunicaciones, por supuesto que los fenómenos naturales existían. La WWW nació del CERN, esas son contribuciones que los físicos han hecho al desarrollo tecnológico de este momento.

Yo he sido usuario de las redes de Internet, desde que ésta apareció, hace más de 20 años, y cambió mi vida. Los científicos siempre hemos querido comunicarnos. Yo no quería centrarme en el aspecto de la e-Ciencia, sino en un sueño que tengo y creo que el sueño no es muy comprendido y no está muy bien permeado en la sociedad chilena.

Todo el mundo admira lo que hacen los científicos y cree que es importante hacerlo, pero lo que no está totalmente permeado en la sociedad chilena es que el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología son fundamentales para el desarrollo del país. Mucha gente, incluso autoridades, piensan que Ciencia y Tecnología son un adorno útil, pero no las piensan como una herramienta de progreso y creo que hemos llegado a una etapa del desarrollo del país, en que ya no basta, como se decía ayer, con adoptar y adaptar, sino que hay que cambiar de actitud. La Ciencia y la Tecnología son importantes para el desarrollo, si no lo creemos así, hasta aquí no más llegamos, no lo digo en el sentido pesimista, lo que digo es que tenemos que seguir creciendo.

Cuando nos fijamos “goles” como tener mil doctores en el Bicentenario, creo que no es el “gol” correcto, eso es una herramienta correcta pero no es el objetivo correcto. Tenemos que industrializar Chile, incorporar Ciencia y Tecnología, y para eso hay que aumentar el número de doctores e ingenieros. Yo enseñé Ingeniería desde hace 30 años y me da un poco

de pena ver el sub-uso que tenemos incluso de ingenieros. Yo no quiero que se sub utilice a nuestros doctores. Creo que deberíamos invertir fuerte en Ciencia ahora, y en Tecnología, y, lo más importante, es que hay que completar toda la trama.

Hace un año nosotros tuvimos un físico experimental muy bien dotado que se fue a instalar una empresa en Suiza, para fabricar microscopios con efecto túnel. La gente preguntaba por qué no lo hace en Chile y es que en Chile no hay ni siquiera la capacidad de trabajo de precisión. No sólo necesitamos súper buenos ingenieros, doctores, sino todo el entramado. Mientras no entendamos eso y las autoridades no entiendan eso, creo que no vamos a seguir creciendo. Este es un sueño que creo podemos realizar, pero creo que hay que permearlo a la sociedad.

Bill St. Arnaud:

Primero que todo, debo decir que estoy muy impresionado con el interés demostrado por el Gobierno y la academia en relación a este tema. Para mí, eso es formidable, un primer paso muy importante para el diseño de una estrategia. Pero creo que el nombre está equivocado, no debiera llamarse e-Ciencia si no que e-Empleos (ríe). En Canadá contamos con una serie de proyectos de e-Ciencia con nuestros socios más fervientes de IBM, Microsoft, CISCO y ARTEL. La razón por la cual ellos están participando en estos proyectos de e-Ciencia es porque se dan cuenta de que esta tecnología se trasladará rápidamente hacia el sector industrial, en áreas tales como la minería, el petróleo y el gas, la celulosa y el papel, la agricultura, los viñedos, todos estos tipos de actividades. Y esta es la razón por la cual ellos ven esto como algo importante. La Ciencia siempre está a la vanguardia, en el desarrollo de estas herramientas, pero los beneficios reales tendrán lugar en nuestras industrias, nuestras empresas y nuestra sociedad. Y estas herramientas también han sido utilizadas en salud y educación y por esto la e-Ciencia es importante para nosotros mismos y para el resto del mundo.

Hace aproximadamente un mes, apareció una compañía en la lista de la Bolsa de Nueva York. Ésta es la primera compañía de un billón de dólares que comenzó desde cero hace tres años con 200 empleados. ¿Cómo lo hicieron? Utilizando herramientas de e-Ciencia. Las herramientas que han sido utilizadas hoy por los científicos para procesar todos sus datos, están siendo actualmente utilizadas por las empresas y son increíblemente transformadoras para nuevas aplicaciones.

Para mí la oportunidad real yace aquí. Chile era como Canadá, un país pequeño basado en sus recursos, y ahora con las redes y este tipo de nuevas herramientas de e-Ciencia puedes ofrecer servicios y nuevas capacidades a empresas y consumidores de todo el mundo. Están a sólo un clic de distancia y esto es lo que será transformador para países pequeños como Chile y Canadá. Por lo tanto, quiero felicitar nuevamente a los organizadores de este evento tan interesante que es la primera parte de un importante paso en vías a la creación de una agenda de e-Ciencia.

Bob Hertzberger:

Creo que ya he hablado suficiente durante la Conferencia. Por lo que tomaré vuestro propio informe, efectuado por la Academia de Ciencias, sobre el desarrollo científico en Chile. Si leen este informe, en la página 6 encontrarán, de hecho, todos los argumentos a favor de la e-Ciencia, ya que ahí se dice que “otro aspecto que ha contribuido a la internacionalización de nuestros investigadores es el extraordinario aumento de la complejidad y la competitividad de la investigación científica.” Ahora bien, éste es exactamente el argumento para optar por la e-Ciencia. Luego, si vamos hacia atrás, existe un sorprendente paralelo entre vuestro país y el mío.

En mi país no tenemos muchos recursos naturales, pero tenemos gas, y debido al aumento del precio del petróleo el Gobierno recibe mucho más dinero. En Chile tienen cobre y, a causa del aumento del precio del cobre, vuestro Gobierno también recibe una cantidad extraordinaria de dinero. Mi Gobierno lo está reinvertiendo en Ciencia, Tecnología e Innovación, y en vuestro informe parece ser que Chile está haciendo lo mismo.

Por lo tanto, ambos estamos en la misma situación. Tenemos dinero extra y podemos invertirlo en las cosas correctas. Ahora bien, si continúo leyendo, me encuentro con otra asombrosa similitud. Debido a que ustedes, como Academia de Ciencias, llegan a la conclusión de que para llevar esto a cabo deben también cambiar la organización de la investigación en vuestro país. Nosotros tenemos exactamente los mismos problemas. Tenemos un debate actualmente, en relación a que la Fundación para la Ciencia no es el lugar apropiado para crear la infraestructura para la Ciencia, ya que va mucho más allá y, por lo tanto, cuando quieres establecer la e-Ciencia, y si leo bien este informe es lo que tienen que hacer, tienes también que reflexionar sobre cuál es la estructura organizacional óptima bajo la cual establecer la colaboración internacional. Aquí me detendré.

Paola Arellano:

Es una pregunta fácil, ya que es un tema que estamos conversando hace bastante tiempo. ¿Por qué un Programa de e-Ciencia? Es efectivamente porque nosotros somos un país que hoy está en una condición bastante ventajosa.

Hoy día tenemos disponibilidad de mayores recursos, pero aún así el tema de los recursos destinados al desarrollo siempre requiere de una optimización, un uso inteligente, de cómo distribuir, cómo entregarlos y a quién entregárselos. Por lo tanto, el concepto de e-Ciencia, viene a apoyar estos procesos, a trabajar en forma colaborativa y a poder realizar en forma óptima la distribución de los recursos que se destinan a la investigación.

En este punto me gustaría destacar el tema del equipamiento mayor, que es sumamente importante. Son equipos muy caros y muchas veces muy subutilizados que, además, están normalmente al alcance de un grupo muy pequeño de investigadores. ¿Por qué no usar la redes creadas para la investigación y desarrollo para que efectivamente esos recursos puedan ser accesibles, en tiempo real, a toda la comunidad científica?

Hay muchos ejemplos que hemos usado en este Congreso. Creo que es importante considerar el tema de la economía ligada a la e-Ciencia y cuál es el beneficio efectivo de la e-Ciencia en términos de distribución de los recursos.

También hay que tener en cuenta la otra ventaja, que no está solamente en los recursos físicos, como computadores, bases de datos y los instrumentos, sino que en la posibilidad que le brinda a las personas para comenzar a colaborar y a trabajar juntas, más allá de lo nacional, e integrarse a iniciativas internacionales de primer nivel.

Fabrizio Gagliardi:

Estoy impresionado por lo que está ocurriendo en Chile y en América Latina, en general. Durante los dos primeros días de esta semana estuvimos en la Reunión de EELA, la cual está apalancando la infraestructura de la red de investigación y también apalancando el esfuerzo de agencias internacionales de financiamiento tales como la Unión Europea, que ha ayudado a establecer lazos firmes entre la investigación y las redes de investigación de Europa y esta organización.

Estoy impresionado y les insto a continuar. Y, desde luego, es muy difícil decir algo original después de que todos estos distinguidos oradores ya les han brindado la motivación esencial para la e-Ciencia en Chile. Sólo permítanme agregar que estoy pensando que es posible que toda esta discusión acerca de la e-Ciencia no sea necesaria ya que la e-Ciencia no es una alternativa para Chile, si no que un DEBER, no sólo para Chile si no que para todo el mundo. ¿Por qué? Porque el argumento ha sido explicado elocuentemente por los otros panelistas. Paola mencionaba cuan importante es ser capaces de compartir instrumentos muy costosos únicos en su tipo. Pasé los primeros 30 años de mi carrera científica en CERN, y CERN ha sido siempre la empresa que construye instrumentos de gran tamaño, muy costosos y complejos, para ponerlos a disposición de la comunidad internacional debido a que, evidentemente, ningún grupo por sí solo, en todo el mundo, podría permitirse esa inversión, y lo que se ha hecho para la física de partículas durante muchos años ocurre en muchas otras áreas. Junto con esto, debemos también hacer frente a una explosión de datos que es una consecuencia nacional del desarrollo tecnológico normal.

Todos conocemos bien los avances en VLSI y la Tecnología Silicon en general, los circuitos integrados, los baratos, como les llamamos normalmente. Y eso, básicamente, nos da por la misma cantidad de dinero de investigación una forma de construir un detector más sofisticado. Un detector más sofisticado produce más datos, de modo que todos en el mundo de la Ciencia, no sólo los físicos de partículas o los astrónomos, si no que todos, en la biología y todas las demás áreas, estamos confrontados con lo que llamamos una avalancha de datos.

De modo que cada vez con mayor frecuencia, cada grupo individual de investigación de cualquier instituto del mundo no es capaz de hacer frente a esta avalancha de datos. Es también momento de, inspirados y alentados de alguna forma por los avances de las redes de investigación, fomentar dichas redes de investigación. Es sabido que el precio de la tecnología que consigues por cada dólar ha aumentado. No quiero dar cifras.

Florencio y Paola son los expertos aquí, ellos saben y pueden decirnos cuan rápido ha estado avanzando la red. Por lo tanto, con el tremendo aumento de la interconexión, es natural que también los científicos quieran colaborar más con el resto del mundo, para acceder a instrumental científico y, además, para compartir datos. De modo que la Ciencia ha sido en gran parte internacional y si contamos con una comunidad internacional de

usuarios, necesitamos brindarles una infraestructura computacional y de red a la que normalmente denominamos e-Ciencia.

Si retrocedo, estoy hablando por Microsoft aunque me uní a Microsoft hace sólo unos pocos meses... Como dije, he trabajado en Ciencia durante 30 años de mi vida, en CERN, de modo que ésta es en realidad una reflexión sobre mi vida y mi experiencia personal más que una opinión de Microsoft, si bien creo que lo que digo es en gran medida compartido por mis colegas de Microsoft y esto puede contribuir más adelante a la discusión. Si les traigo la experiencia de Europa, si retrocedemos algunos años (año 2000), tenemos que en Lisboa, durante la Presidencia Portuguesa de la Unión Europea, en la cual la parte científica estaba conducida por un físico, un científico, el Profesor Mariano Gago, quien era en ese tiempo Ministro de Investigación y que es ahora, nuevamente, Ministro de Investigación. Él organizó una cumbre de Ministros de Investigación en la que básicamente se tomó una decisión muy importante que ha influido en la estrategia de la Unión Europea para la investigación en Europa. La idea era hacer de Europa la e-Economía más competitiva del mundo de aquí al año 2010. Faltan tres o cuatro años para el año 2010 y no estoy seguro de que Europa será la e-Economía más competitiva, pero inmediatamente piensas que ya en ese momento existía una visión, en gran medida impulsada por Mariano, de que si queremos ser la economía más competitiva del mundo necesitamos la e-Ciencia más competitiva, ya que algunos de los panelistas han aludido a esto.

Si quieres ser competitivo necesitas la e-Ciencia para producir ideas nuevas y luego aplicar estas ideas a una implementación comercial, a fin de generar nuevos productos, nuevos servicios, de crear una vertiente industrial que, a su vez, genera empleos y hace más competitivo al país.

Ahora bien, Chile no es un país pobre, es al que mejor le va de América Latina, tiene una larga tradición de investigación, cuenta con una larga tradición, también, en investigación aplicada y colaboración con la industria, la industria marítima y la industria biológica, y está aislado desde el punto de vista geográfico. De modo que creo que reúne todos los componentes para ser un líder mundial en e-Ciencia. Por lo tanto, espero que las agencias de financiamiento y el Gobierno, entiendan y apoyen la e-Ciencia, y apalancarán el esfuerzo de las redes de investigación que han sido pioneros. Me parece que REUNA fue la primera red de investigación de América Latina. De modo que Chile posee una larga tradición como pionero, a la vanguardia del progreso. Realmente espero con ansias ver

que la e-Ciencia sea bien apoyada, haciendo de Chile un país aún más competitivo de lo que es hoy en día.

Florencio Utreras:

Muchas gracias, Fabrizio. Yo quiero salirme de la mesa un minuto y aprovecharme de la situación, porque hoy en la mañana, uno de nuestros expositores presentó excelentes argumentos para el tema de e-Ciencia en particular y nos mostró unos números muy interesantes. Quisiera pedirle a Roberto [Barbera] que nos cuente un poco sobre los argumentos para hacer e-Ciencia.

Roberto Barbera:

Para aquellos de ustedes que no estuvieron presentes esta mañana, hice una presentación sobre el proyecto EELA, el cual es un proyecto financiado por la Unión Europea con 1.7 millones de euros otorgados por la Comisión Europea. EELA representa un intento de ampliar las e-Infraestructuras que se desarrollan en Europa y en América Latina. Estamos trabajando con 21 socios y siete países de América Latina, todos ellos socios de EELA.

Esperamos que EELA pueda sentar las bases para una actualización más rápida de la tecnología de Mallas en América Latina, en general, y en Chile, en particular; esperamos que los países, socios e instituciones de América Latina, puedan participar en las convocatorias que se abrirán en el VII Programa Marco.

Florencio Utreras:

Quería que te refirieras a ese estudio sobre las ventajas económicas de utilizar la e-Ciencia.

Roberto Barbera:

Sí. Existen ya muchos documentos en la Web, documentos públicos, documentos privados. Esta mañana expuse el estudio llevado a cabo por ORACLE y parece ser que las pequeñas y medianas empresas pueden ahorrar entre un ocho y un 20 por ciento de su presupuesto si adoptan tempranamente las tecnologías de Malla. Me refiero al presupuesto de Tecnologías de la Información. Y existe otro estudio, efectuado en Japón, en el que las cifras indican que una actualización más rápida de la tecnología de Malla puede aumentar el producto bruto de Japón en entre tres y seis

puntos de aquí al año 2010; si conviertes esta cifra en millones de dólares, se trata de una enorme cantidad de dinero.

Si aplicas esto a la realidad latinoamericana y a la realidad chilena, en particular, la e-Ciencia puede realmente representar un activador para el progreso del país y para el sustento a largo plazo de ese progreso.

Florencio Utreras:

Gracias, Roberto. Quisiera hacer un par de preguntas, en particular a Bob. Esta mañana mencionaste las políticas que ustedes aplicaron para forzar, de alguna manera, la colaboración y cómo eso había cambiado la manera de trabajar, en particular, las áreas de la Biología en Holanda. ¿Podrías extenderte un poco más en ello?

Bob Hertzberger:

La situación en Holanda era que la Bioinformática no estaba para nada organizada. Para ser honesto, los científicos estaban peleando y no existía una meta en común.

Lo que hicimos fue establecer proyectos en los que fijamos sólo algunas exigencias muy simples. Solicitamos dinero al Gobierno, alrededor de 20 millones de euros. La exigencia del Gobierno fue que se complementara con otros 20 millones de su propio dinero para investigación. Así que les dije 'OK, reciben estos 20 millones a condición de que trabajen juntos para que presenten un proyecto en conjunto. Proyectos conjuntos entre bio-informáticos, y proyectos conjuntos entre gente que trabaja en Genómica y bio-informáticos, en los cuales financiamos una mitad y ustedes mismos aportan la otra mitad'.

Esa es una de las formas en que lo hicimos. Recientemente el Gobierno nos concedió un presupuesto para extender nuestra Malla en Holanda y ahora el Gobierno, la Fundación para las Ciencias, precisamente, dice que tenemos que utilizar un 20 por ciento de nuestro presupuesto para lo que ellos denominan articulación de los usuarios, a fin de crear suficiente masa crítica entre los usuarios para que de verdad utilicen la e-Información y la e-Infraestructura. Y eso significa que puedes complementar ese presupuesto, esta pequeña cantidad, y ellos siempre estarán más dispuestos a hacer este tipo de cosas y trabajar juntos si agregas un poco de dinero a su presupuesto.

En resumen, diría que estos son los típicos trucos que hemos utilizado en Holanda con el presupuesto, y la gente asegura que ha funcionado muy bien. Ahora contamos con una comunidad de Bioinformática bien organizada en Holanda. En un análisis reciente, se nos dijo que éramos unos de los países mejor organizados; cuando comenzamos no teníamos nada.

Florencio Utreras:

Muchas gracias. Bill, quisiera, un poco en la misma dirección, hacerte una pregunta. Canarie ha llevado a cabo, durante varios años, programas de financiamiento a nombre de la comunidad para fomentar el uso de Tecnologías de la Información en diversas áreas del conocimiento, que van desde la educación, la medicina, etc.

¿Cuál ha sido la experiencia de ustedes en el desarrollo de esos programas y cuáles han sido los grandes lineamientos políticos que han sido decididos por la comunidad en este caso? El Ministerio de Industrias, la misma industria de Canadá y el Ministerio de Educación, me parece que están involucrados en estos tipos de financiamiento. ¿Por qué no nos cuentas un poco más de ello?

Bill St. Arnaud:

¿Quieren una respuesta de tres horas o una que dure solo un par de minutos? Del mismo modo que ocurre con todos los financiamientos estatales, existen numerosas agencias y numerosos niveles políticos. La misma Canarie fue fundada por nuestro Ministerio de Industria, en vez de nuestro Ministerio de Ciencias e Investigación, debido a que se reconoció que las redes y cosas como la e-Ciencia y la e-Infraestructura, tienen, en realidad, implicaciones mucho más amplias que simplemente apoyar las necesidades de la Academia.

Pero nuestro Ministerio de Ciencia también financia a los investigadores para que utilicen la e-Infraestructura y, además, para desarrollar algunas de las herramientas. De modo que existen alrededor de diez agencias de financiamiento diferentes, muchas de las cuales coinciden en esta área, lo que es confuso incluso para nosotros. Contamos con un firme apoyo, aún contamos con un firme apoyo, del Gobierno, y hay reconocimiento de la importancia de esto, y creo que eso fue un factor clave del éxito de todos estos avances.

Florencio Utreras:

¿Bob?

Bob Hertzberger:

El problema de cómo conseguir una justificación económica de la inversión en investigación, me recuerda inmediatamente algunas de las diapositivas que el profesor Valenzuela presentó en la reunión de EELA, donde nos demostró que con una inversión relativamente modesta para el desarrollo de vacunas para la industria pesquera, se podía aumentar la eficiencia de la industria y así contar con un factor de amplificación y un impacto tremendo en la economía. Ahora bien, es verdad que comencé a ver la discusión a través de mi participación en la reunión de EELA y de esta Conferencia sobre e-Ciencia y de las intervenciones de mis colegas, el profesor David Holmes, entre ellos. Si ahora ellos van y extienden su investigación a un contexto más amplio de e-Ciencia, utilizando tecnología de Malla a fin de que puedan amplificar sus recursos computacionales, podrán hacer un trabajo aún mejor y avanzar con mayor rapidez. Por lo tanto, estoy seguro de que los factores de amplificación – como comentará Pablo en el siguiente panel – son tangibles, así que podemos ya verlos y hacer proyecciones en relación a cuánto puede hacer la e-Ciencia para acelerar dichos factores con un impacto inmediato en la economía chilena.

Florencio Utreras:

Un par de intervenciones más para llamar al siguiente panel. Rafael, el informe de la Academia de Ciencias fue mencionado directamente. ¿Me gustaría que nos comentaras un poco, desde un punto de vista talvez no tan oficial, cómo ves tú el informe de la Academia y la cuestión de las prioridades y ese tipo de temas?

Rafael Benguria:

Durante todo el año pasado se realizó un estudio, no sólo por la Academia de Ciencias, sino que se involucraron científicos en todo Chile. Las conclusiones creo que las tienen ustedes en la página web de esta Conferencia. Hay conclusiones de dulce y también otras un poco amargas.

Una de las conclusiones dulces es que la Ciencia en Chile ha crecido notablemente. El número de científicos, la calidad del trabajo de los

científicos, ha crecido de forma importante. De la parte más amarga, a pesar de todo lo que se ha realizado para financiar la Ciencia, Chile está creciendo más lento que los otros países de la Región.

Creo que hay una falta de liderazgo en el Gobierno chileno. Creo que la actitud correcta no debería ser que la Ciencia es sólo preocupación del Gobierno, sino ser una política de Estado, en la cual deberían conjugar sus opiniones tanto la Academia, el Gobierno, la Industrias y los particulares. Creo que Chile puede mucho más. Estamos un poco marcando el paso, creo que es hora de acelerar el ritmo, que todos los actores tengan su parte en esto.

Hay mucho optimismo y ganas de acelerar el desarrollo. Creo que mientras en una mejor posición uno está, más ambiciones tiene y eso es parte del problema, creo que podemos más y es la hora de hacerlo.

Florencio Utreras:

Gracias, Rafael, ¿algún comentario final?

Bob Hertzberger:

Debo mencionar algo que está en peligro. El asunto es que, y lo vemos con mayor urgencia en Holanda, la forma en la que juzgamos a nuestros científicos es en relación a cuántos documentos producen. Pero el problema es que si quieres construir una e-Infraestructura para e-Ciencia, debes construir. Y siempre doy este ejemplo: Yo formé parte del experimento UE1 en CERN, el cual finalmente obtuvo el Premio Nobel. Pero antes de que obtuviéramos ese premio tuvimos que trabajar frenéticamente durante cuatro años para construir un detector y ni siquiera tuvimos tiempo para producir documentos. Teníamos que echar a andar las cosas.

Ahora bien, la misma situación es válida para la e-Infraestructura para e-Ciencia. Lo que en realidad debes hacer es construir, y construir no es una actividad que sea muy bien aceptada en la Ciencia. Mientras continuemos juzgando a nuestros científicos sólo por la cantidad de documentos que producen, nos estaremos olvidando de que ellos trabajan en beneficio de la Ciencia en su totalidad. Por lo tanto, estoy tratando de explicar que la e-Ciencia es, en efecto, una nueva forma de Ciencia. Tenemos una nueva metodología científica, tenemos Ciencia Experimental, Ciencia Teórica, y la e-Ciencia es sólo un complemento, pero depende en gran medida

de la infraestructura, y esta infraestructura no puede ser construida por ingenieros. Debe ser construida por los mismos científicos y se debe validar el hecho de que ellos estén construyéndola. Deben otorgarles financiamiento, pero no pueden decirles 'no has producido ningún documento'. Este es el gran peligro, tenemos este problema en Holanda y no sabemos aún como solucionarlo. Pero lo reconocemos y ustedes debieran también reconocerlo si continúan avanzando en esta dirección.

Paola Arellano:

Me gustaría hacer un comentario. ¿Por qué plateamos nosotros un Congreso en este momento? Nosotros, como REUNA, creemos que es un buen momento para sentarse a pensar en este concepto y que es necesario para Chile. Creo que tenemos varias ventajas. En REUNA, creemos que, como Consorcio universitario, tenemos un tremendo activo país que es contar con la Red Académica Nacional, que si bien no es una súper avanzada, es una red que permite colaborar desde Arica a Puerto Montt y con el mundo.

Ha habido otras acciones coordinadas también de investigación y desarrollo que están creciendo bastante bien. El Proyecto o Programa de Genómica Vegetal, el Programa de FONDAP que son proyectos colaborativos; proyectos regionales. Hay una serie de iniciativas, los mismos Consorcios Tecnológicos son entes que efectivamente podrían beneficiarse de actuar articuladamente y usar e-Infraestructuras. Creo que este evento no puede quedarse en una serie de conversaciones, tenemos que poder concretar y ver cómo podemos seguir trabajando más adelante.

Parte 2, Visión: ¿Un programa de e-Ciencia para Chile?

El objetivo de esta segunda parte, era obtener la visión de los actores nacionales en relación a cómo ven que la e-Ciencia, en un país como Chile, pueda reportar beneficios, y en qué condiciones estamos para iniciar un programa de nacional de e-Ciencia.

Florencio Utreras:

En el formato que se había propuesto, la idea es que ahora nos cambiamos de panel y vamos a invitar a otras personas para que me acompañen acá.

Paola Arellano:

Este segundo panel tiene otro enfoque, ya que hemos tenido una visión del tema a nivel internacional y de quienes están organizando esta iniciativa. Ahora queremos también tener la visión de actores relevantes de la Ciencia y Tecnología en Chile, así es que quiero invitar a:

Thierry de Saint Pierre, en representación de don Carlos Álvarez, Presidente de CORFO.

Raúl Burgos, Director del Consorcio REUNA y viene en representación de las universidades que conforman esta Corporación.

Gonzalo Herrera, Director de FONDEF de CONICYT.

Manuel Krauskopf, Rector de la Universidad Nacional Andrés Bello.

Ricardo Reich, Director del Programa MECESUP del Ministerio de Educación.

Pablo Valenzuela, de la Fundación Ciencia para la Vida.

Florencio Utreras:

Muchas gracias. En primer lugar, muchas gracias al estupendo panel. Es un honor estar aquí junto a ustedes y discutir estos temas y conocer cuál es su visión. A partir de aquí podemos construir una visión más compartida de lo que puede ser un programa de e-Ciencia para Chile, qué sentido tiene pensarlo, si este es el momento adecuado, qué es lo que implica, etc.

Hemos escuchado una serie de posiciones e intervenciones, durante todo el día y, en particular, durante la última media hora, sobre el tema de la Ciencia cómo la e-Ciencia es una nueva forma de hacer Ciencia, como nos decía Bob, hace unos minutos atrás. Los impactos económicos que puede llegar a tener e incluso los trabajos de e-Ciencia para hacer Ciencia, específicamente dentro de las empresas, y, por supuesto, con una implicancia en las instituciones generales y en los sistemas universitarios.

Hablamos también del tema de compartir recursos, como uno fundamental, que nos está facilitando la tecnología que está ligada al hacer e-Ciencia. Hablamos de la importancia de las redes, de la Comisión Europea nos hablaba Fabrizio, para favorecer y fortalecer la competitividad en Europa, cómo ellos habían visto esta necesidad de fortalecer los programas de e-Ciencia.

Estamos en Chile y tenemos gente con diversas experiencias en el hacer, en el promover y dirigir, y queremos aprovechar esas posibilidades. Voy a

partir directamente por Pablo Valenzuela, con su experiencia, que todos conocemos, muy práctica de hacer Ciencia con resultados, que nos cuente cuál es su visión, cómo ve él que la Ciencia en Chile puede sacar ventaja de integrarse un poco más en el mundo y entre sí, y conseguir, como nos decía Bob, que la comunidad trabaje un poco más en ello.

Pablo Valenzuela:

Desde el punto de vista de Chile, uno de los desafíos más importantes, creo yo y creemos hacia el futuro, es, eventualmente y paulatinamente, pasar de una economía basada en la explotación de los recursos naturales a una economía basada en la industria del conocimiento, que es la que mueve mucho más eficientemente los recursos, sin estorbar y siguiendo la explotación de los recursos naturales. Ésta es la que nos va a entregar nuestros sueldos por muchos años. Pero, estamos un poco lejos de donde ocurre y donde se está creando el conocimiento inmediato.

Tenemos que tener acceso al conocimiento cuando recién se genera, no dos meses ni un año después, porque ya se nos ha adelantado alguien a usarlo. Por lo tanto, estando físicamente lejos del mundo donde se genera el conocimiento, el muy bajo inventario de ingenieros y científicos, cómo podemos enfrentar el acceso al conocimiento; eso es lo que nosotros, durante todo el tiempo, hemos impulsado: la cooperación internacional.

Creemos que la cooperación internacional inteligente va a ser básica para dar este salto, que seguramente va a ser paulatino y va a depender de la capacidad de comunicarse justamente con los lugares donde se está generando el conocimiento en el mundo. Tenemos muy poca capacidad de invitar a los científicos a cada rato, no estamos en la ruta por la que los profesores e investigadores de calidad mundial normalmente dan vuelta, por lo tanto, tenemos que hacer algo para insertarnos y la e-Ciencia e Internet son la gran herramienta que nos va a permitir estar casi como si estuviéramos allá.

Desde el punto de vista de estrategia país, encuentro que la infraestructura, las redes y la posibilidad de estar allá, sin estar allá, van a ser claves.

Segundo, yendo más hacia la lógica de lo que hacemos nosotros, yo soy biólogo, la biología hoy día se ha transformado en una Ciencia de la información, ya no es la estructura de la molécula, sino que es cómo se organizan los organismos, cuáles son los inventarios genéticos, cómo funcionan esos genes, cómo se expresan y qué propiedades se les dan a los organismos; es obtener información, transferirla, intercambiar

información en una red computacional o entre un computador y otro. Cuando me refiero a red computacional, me refiero a un organismo y un computador en red.

Eso nos ha puesto hoy frente a la necesidad tremenda de introducirnos en los grandes centros de información, en las bases de datos, a una velocidad y a una capacidad razonable, es por eso que la e-Ciencia va a ser muy importante para el trabajo que nosotros hacemos.

Florencio Utreras:

Muchas Gracias, Pablo. Le paso la palabra a Ricardo Reich.

Ricardo Reich:

Lo que pienso es que deberíamos mirar, además de lo internacional, lo nacional, porque tarde o temprano vamos a ser capaces de generar nuestros propios flujos de conocimiento para que le den estabilidad al país y así dejar de comprarlos todo el tiempo. En Chile tenemos un problema en particular: tenemos buenos científicos, en general, buena productividad, por lo menos a nivel latinoamericano, pero esta cantidad no es suficiente para las aspiraciones del país y eso está debidamente inventariado en el estudio de la Academia de Ciencias.

Superar esto es imprescindible para lograr mayor proyección internacional, eventualmente para introducir innovación y competitividad en la industria en nuestro país. Pero no sólo es un asunto de recursos humanos. Tenemos limitaciones en recursos humanos y además para que ellos puedan producir al máximo de sus capacidades. En nuestro país hay falta de instrumentación científica, equipamiento científico de punta que permita aprovechar al máximo los recursos humanos. Así es que por un lado tenemos pocos recursos humanos y además, tenemos limitados grupos materiales para hacer Ciencia, Tecnología e Innovación.

Si a eso queremos agregarle la internacionalización, hay que mirar esto como un sistema y atacar el problema en todas sus partes y no solamente en algunas.

Por último, hay un factor adicional. Si queremos aprovechar mejor nuestros recursos humanos, una idea es poder integrarlos, hacerlos trabajar en conjunto, aprovechar las capacidades y el equipamiento que es disperso y tan limitado, de tal manera que con esta sinergia, saquemos más de lo que es el "dos más dos, cuatro" y lleguemos a sacar "dos más dos, ocho".

Lo que quiero mencionar son los importantes progresos en el cambio de actitud de nuestro país para trabajar en conjunto, para hacer redes y, eventualmente, para de esa forma lograr sinergia en nuestro trabajo, que, por algún tiempo, va a tener que esperar aumentar el tamaño y, por lo tanto, aumentar en escala y generación de conocimiento.

En el programa MECE Educación Superior, en cinco años hemos impulsado ciertos incentivos para que la gente aprenda a trabajar en red, desde sus capacidades y esfuerzos, y creo que algunos de estos resultados son interesantes, si pensamos que hace cinco años atrás esto no ocurría. Tenemos cinco redes de doctorados operando, en Química, Física Experimental, Ciencia de los Materiales, Ciencias Moleculares y Ecología y Evolución.

Pensemos que Holanda tiene más de 100 de estas redes de doctorados operando, y así y todo, el resultado de tener cinco importantes grupos de científicos dispersos en el país, trabajando en estas disciplinas, ha significado el reconocimiento de créditos, aprovechamiento de personal humano, tutorías de tesis, movilidad estudiantil y, más recientemente, uso compartido de instrumental científico que se ha comprado para dichas redes.

Recojo el comentario del señor de Holanda. En el caso del MECE estamos apoyando la compra de instrumental científico, pero exclusivamente cuando las peticiones vengan de redes de un doctorado debidamente acreditadas. Esa es una forma de forzar o estimular la integración y, por otro lado, de otorgarles más medios materiales a esos grupos para que puedan trabajar y, por ejemplo, obtener más datos, de mejor exactitud, de mayor precisión para que puedan ser replicados y validados en el mundo.

En el caso de la inserción de la gestión de información, Cincel, que es un consorcio de las 25 universidades, se puso hace dos años atrás de acuerdo para hacer un esfuerzo colaborativo para intentar para Chile suscripción colaborativa al acceso en línea al *Web of Science*, lo que parecía imposible. Gracias al MECE, a la Fundación Andes y a los recursos de las universidades, esta la información en *abstract* está disponible para toda la comunidad científica de Chile, tanto para estudiantes como para académicos. Esos son elementos importantes para aspirar a hacer trabajos integrados y, eventualmente, para hacer e-Ciencia en serio.

La idea de trabajar en red, finalmente, ahora último, la hemos llevado a un terreno mucho más complejo, desde el punto de vista del proceso. Chile

desea hacer cambios en los procesos de los diseños curriculares de pre grado, los que consideramos rígidos, muy largos, poco apropiados para el futuro y poco sintonizados con la economía que tenemos actualmente. Hemos estimulado el mismo fenómeno que es conductual, que es de actitudes. Nuevamente, se trata de recursos para que académicos de distintas disciplinas se asocien en red y piensen cómo renovar los currículos de pre grado. Aquí está el otro paradigma, que es el de los resultados de los procesos de aprendizaje por competencias, y para eso están los recursos.

En resumen, el sistema de e-Ciencia es extremadamente complejo, multivariables y, desgraciadamente, no es posible resolverlo atacando secuencialmente las variables o en forma incompleta. Pienso que integrar es un buen mecanismo y las redes es el mecanismo del futuro, y, al mismo tiempo, debemos tener los recursos necesarios para apoyar a la calidad y cantidad de personas, y los recursos materiales para que ellas puedan aprovechar al máximo sus capacidades.

Florencio Utreras:

Muchas Gracias, Ricardo. Gonzalo, de FONDEF, también si nos puedes contar sobre la colaboración con el sistema privado.

Gonzalo Herrera:

Me voy a referir a eso, sin embargo, quiero partir por el otro extremo y aprovechar una experiencia que tuve hace poco tiempo atrás, gracias a una gentil invitación de Pablo Valenzuela, de Fundación Ciencias para la Vida. Ahí tuvimos una interesante discusión sobre el papel de la investigación científica con un grupo de gente más dedicada a los temas de la innovación tecnológica. Pablo hizo una apasionada defensa de la investigación científica, de la investigación básica, siendo él un científico aplicado.

Yo comparto y suscribo plenamente ello, aún cuando toda mi vida me he desempeñado en el ámbito de la innovación tecnológica. Creo que la Ciencia no es una opción, es un más. Creo que efectivamente hay que tomarlo así y cualquier intento por generar una economía basada en el conocimiento no puede pretender simplemente tomar prestadas tecnologías desarrolladas por otros, sino que debe generar una infraestructura, una capa, un fundamento de conocimiento generado en el propio sitio o lugar donde esas innovaciones se van a producir, vale decir, en las universidades, también en las empresas y en las instituciones de investigación y, sobre todo, en los ambientes de interacción y colaboración entre todas estas entidades.

El FONDEF, institución que dirijo hace algún tiempo, se ha preocupado de brindar la infraestructura necesaria para el desarrollo de las tecnologías de la información. Uno de nuestros mayores logros como institución, y lo mencionamos cada vez que tenemos la posibilidad, es justamente haber apoyado iniciativas como REUNA, encabezada entonces por Florencio, que fue la que trajo y adelantó en algunos años, la introducción de Internet en nuestro país. A partir de ello, hemos apoyado un conjunto de proyectos, al comienzo vinculados con Internet, luego con redes de alta velocidad, conducentes al desarrollo de esta infraestructura que posibilita la transmisión, el procesamiento, el procesamiento distribuido y, finalmente, la conexión entre personas e instituciones y la infraestructura que amplía el ámbito de investigación.

Últimamente hemos apoyado y está iniciándose, y esperamos que crezca rápidamente, un Centro de Investigación, ubicado a la entrada de Valparaíso, el Edificio Tecnológico de la CORFO; justamente centrado en el desarrollo de tecnologías de la Información de última generación, particularmente de *High Performance Computing*, que justamente está basado en el uso de redes de transmisión de información distribuida para el desarrollo de soluciones orientadas a la solución de actividades económicas. No es sólo actividad científica orientada a la generación de conocimiento, sino, fundamentalmente hacia la generación de actividad económica. Creemos que esa es la buena dirección.

Sin embargo, quisiera plantear muy brevemente un conjunto de puntos que, a mi juicio, son algunas proposiciones necesarias o, por lo menos, necesarias para ser discutidas para el desarrollo de la e-Ciencia en nuestro país o en un país con las características del nuestro.

Primero, tengo la impresión y casi la convicción de que el desarrollo de la e-Ciencia en Chile, dependerá más de los requerimientos que plantee el desarrollo la investigación científica, que de la oferta de plataformas tecnológicas que podamos proporcionar. Vale decir, la e-Ciencia será tal, en la medida que haya buena Ciencia y que haya requerimientos para la Ciencia en distintos lugares, tanto de nuestro país, como en conexiones con el exterior; esto nos va a exigir el desarrollo de la infraestructura necesaria para poder generar estas condiciones de comunicación, procesamiento remoto, etc.

En segundo lugar, y vinculado con lo primero, el desarrollo de la e-Ciencia en nuestro país, tiene que estar fuertemente vinculado, y lo estará aún

más, en la medida que pase el tiempo, a nuestra capacidad de insertarnos en redes globales de investigación. Eso se está viendo crecientemente, ya tenemos un buen número de instituciones e investigadores chilenos participando, por ejemplo, en proyectos comunitarios del Sexto Programa Marco de la Unión Europea y esperamos que sean aún más en el Séptimo Programa, que está pronto a iniciarse. El desarrollo de la Ciencia, en general, y, en particular, de la e-Ciencia, tiene que ver con la colaboración más allá de nuestras fronteras.

En tercer lugar, y con esto recojo el tema puesto por Florencio, el desarrollo de la e-Ciencia depende, por una parte, de la oferta de valor que ésta puede hacerle al ámbito privado y, por otra, de los resultados que ellos puedan ver como generación de estas redes. Es necesario invertir y éstas son inversiones que no resultan evidentes para un país como el nuestro y esas inversiones dependen un poco de la capacidad de seducción de esta tecnología para los intereses de los inversionistas privados.

En cuarto lugar, y esto es muy propio de FONDEF, la e-Ciencia debe ser un instrumento para fortalecer la vinculación de la Ciencia con la empresa en aquellas áreas donde el almacenamiento y la transmisión de los datos y la información sea muy importante, por ejemplo, temas como prospección minera.

Por último, creo que la e-Ciencia debe dirigirse en un país como el nuestro, en forma prioritaria hacia la resolución de grandes problemas que son propios de nuestra situación geográfica, de nuestra historia y de nuestra sociedad. Temas de Sismología, Oceanografía y Geografía, son temas que generan oportunidades propias de nuestra situación, que son excelentes oportunidades para el cultivo de nuevas posibilidades.

Florencio:

Muchas gracias, Gonzalo. Le cedo la palabra al Rector Manuel Krauskopf.

Manuel Krauskopf:

Voy a tratar de ser ordenado. Son múltiples las ideas y las cosas que se han dicho, y uno tiende a concordar con el diagnóstico y el desafío en el cual nos encontramos y, en general, cuando el tiempo es muy breve, se corre el riesgo que se piense que lo que uno no dice es que no lo piensa, o que lo piensa de otro modo, que es algo peor.

Yo creo que, en Chile, lo que nos falta, y quiero que se me entienda bien, Hemos avanzado bastante en esto, pero muy insuficientemente. El problema es que una de las variables que más atenta en que no hayamos avanzado en lo que necesitamos, es que no estamos trabajando en tiempo real y esto, creo, que es muy atingente a la e-Ciencia. Chile no se mueve en tiempo real. Las cosas demoran lo indecible. El Fondo de Innovación que se está haciendo hace más de un año, todavía no veo un país que tiene la urgencia, un país que tiene los recursos, que tiene la inteligencia, no puede todavía asignar bien los recursos, que ya van a estar obsoletos en el tiempo.

El mundo es plano, dijo Thomas Friedman en su *best seller*, Chile es lo más rugoso y montañoso y no tiene nada de plano. Mientras el mundo es plano y se comunica en tiempo real y se hacen negocios en la India, China y Estados Unidos, e investigación en los grandes países, nosotros no entendemos todavía lo que vale el tiempo en nuestras grandes decisiones. No es simple dinero, sino nuestra conducta frente a la solución de los problemas y lo rápido que se debe ser.

Y si quiero irme al otro extremo, digo que Chile no se puede dar el lujo de no financiar los buenos proyectos, y eso ocurre en FONDEF, en FONDECYT, en la Iniciativa Milenio, en todos los fondos. Si uno verifica que tiene buenos proyectos, con *papers* o sin *papers*, el no trabajar en tiempo real quiere decir que tenemos tremendos problemas. Un país que tiene 10 veces menos inteligencia que en un país desarrollado, inteligencia formal, creativa, medida, no puede darse el lujo de rechazar y no financiar buenos proyectos. Esto es consciente o inconscientemente, fomentar el atraso.

Mi hipótesis, la que quiero aventurar, es que no nos creemos el cuento. Todos lo hablamos, pero no lo creemos. No lo cree el Gobierno, el Estado, las universidades, los políticos. Lo cree muy poca gente, porque un cuento en que todos creen es un cuento en el cual se avanza.

Todavía se escucha el lenguaje de la actividad científica centrada en el conocimiento. Ya no existe. Hace unos días, en ICARE, el investigador de Massachussets decía que el motor de la economía de un país, hoy día, está en las Facultades de Ciencias, puro conocimiento. El 75% del desarrollo de un país no depende del capital, depende del conocimiento. Y le decía a los empresarios: "Ustedes se van a quedar donde están y van a ser pobres porque no lo entienden mientras el mundo avanza".

Si nosotros no entendemos todo, que no hay diferencia y que el conocimiento *per se* tiene valor, y que los empresarios aprenden a leerlo y no hay que seducirlos, porque también son parte y responsables de ello, de desarrollarse a tal punto, que ellos sepan donde está el valor. Uno no tiene que seducirlos al decirles 'mire, usted puede ganar mucha plata con lo que yo sé'. Uno lo puede hacer, pero no es el modo de que un país progrese. Así lo está haciendo la India, China, Finlandia e Israel.

Esta es mi preocupación, no nos comunicamos en tiempo real, no le damos valor al tiempo y no nos creemos el cuento. Las universidades todavía pretenden que sus investigadores administren los fondos, que burocraticen sus proyectos, hay que rendirle a cinco para tener los recursos para trabajar y, mientras tanto para la universidad, como le dan poco *overhead*, exige que hagan cursos de pre grado, porque son los estudiantes de pre grado los que financian la Universidad.

Pos grado está en un orden de magnitud menor dentro de los países con que queremos competir. El mundo es plano, Chile no lo es, más bien tenemos una mente media plana. Pero, como país, no vamos salir adelante si en verdad no nos convencemos y hablamos brutalmente de lo que nos acontece.

Me pareció tremendamente interesante la acotación de Louis Hertzberger sobre los *papers*, y lo digo yo que fui quien comenzó en Chile, a mediados de los '80 o fines de los '70, a cuantificar la productividad científica de Chile, a través de los *papers*. Pero el mundo ha cambiado, en un cuarto de siglo, en forma brutal, y están las patentes y está en construir todo en un *know how* en miles de cosas. Pero como en Chile vivimos el efecto del pequeño mundo, como lo dijo la Academia Científica, a veces somos pocos, en los arbitrajes hay antropofagia.

Para hacer e-Ciencia tenemos que tener un espíritu de colaboración generoso. Todos trabajar recíprocamente. En Chile no hay eso. Los árbitros, como son pocos los dineros, se ponen a hacer hiper exigencias. A mi hay muchos de la universidad que me traen sus arbitrajes de los proyectos de FONDEF o FONDECYT para comentarlos, y objetivamente, el arbitraje en algunos casos son para hacer que ese proyecto no gane, no para contribuir al proyecto. En algunos casos llega a mencionarse que no están publicados y que se hacen en la misma universidad que está arbitrando el proyecto.

El sistema necesita una protección. Todos los sistemas tienen perversiones y nuestro sistema, como ha crecido, afortunadamente por la política y por

eso tiene de dulce y amargo, como decía Rafael, ha crecido la comunidad científica, tenemos muchos y mejores proyectos ahora, pero no tenemos en proporción los recursos que necesitamos y, consecuentemente, el mundo es hartito disparejo y no es nada de plano. En ese escenario la colaboración se hace más difícil, porque nadie quiere en verdad potenciar al otro y en ocasiones hasta se penaliza, porque si tres investigadores publican siempre juntos en el FONDECYT, nadie va a considerar a uno como investigador principal, porque siempre los *papers* son con otra persona.

Este es uno de los pocos países en que esto todavía ocurre. Cómo podemos pretender generar una estructura de e-Ciencia, de intercomunicar. Quiero corregir algunas cosas como lo que dijo mi amigo Ricardo Reich. Es cierto que fue un gran paso cuando se abrió el *Web Of Science* en Chile, fue un tremendo paso, para 25 universidades y él dijo 'ahora todos los académicos tienen acceso', pero no, no todos tienen. Yo lo tengo, gracias a un amigo de Estados Unidos que me presta su clave, y tengo muchas más ventajas porque estoy abierto a todas las revistas del mundo.

Pero mis colegas en Chile no. Ni siquiera los de las universidades del Consejo de Rectores tienen acceso a una verdadera biblioteca digital y aquí es donde yo quiero poner el acento. Para conocer y para saber, Chile tiene que estar en tiempo real en todo y todos. El conocimiento es un bien público y pasa a ser privado cuando se apropia y para eso está la Propiedad Intelectual, están quienes dan los fondos y cómo lo previenen, y está el Estado que, posteriormente, recibe los recursos. Pero no podemos frenar el conocimiento básico para crear, porque una universidad recibe fondos del Estado y otra no, porque en una Fundación, por ejemplo, donde está Pablo, no puede tener el *Web Of Science*, entonces no son todos los académicos, o el Ejército o la Clínica Las Condes que publica muchísimo.

Entonces de qué e-Ciencia estamos hablando, si tenemos mucho de techo. Gracias a Florencio, en parte, y a FONDEF, que yo quiero hacerle un reconocimiento. Pero no nos hemos preocupado del cimiento, de la base. Este país, como Nueva Zelanda y otros, ya debería tener, en REUNA u otro lado, una biblioteca digital que nos permitiera a todos, pagando o no pagando, todos por igual, en tiempo real el conocimiento, como decía Pablo, no seis meses después, no un año después.

Las revistas que se publican en Chile, son muchas y muy buenas, yo soy miembro del consejo de una que llegó a ser número veinte en Ciencias Biológicas en el mundo de acuerdo al ISI, y dejé la responsabilidad editorial.

En esta revista trabajan con los dedos. En Chile, esta Scielo, hay una serie de estructuras informáticas muy buenas, pero los directores de estas pobres revistas todavía reciben los *papers* por correo electrónico. Cuando yo publico afuera, me llegan las respuestas por correo electrónico, me llega la URL para preguntar cómo fue publicada, me llega todo automático, en tiempo real, sin secretaria.

Termino diciendo que nosotros tenemos que creernos el cuento y tenemos que empezar a convencernos que el conocimiento es el motor que mueve la economía, nosotros hemos enviado recién un trabajo que muestra que cientos de artículos chilenos publicados en las mejores revistas del mundo han sido utilizados por más de doscientas empresas extranjeras, principalmente de Estados Unidos y Japón, en parte del conocimiento que ahí se pone para el patentamiento de bienes y servicios. Esto nos demuestra que no estamos pensando en tiempo real, hay evidencia que nos muestra de que la cosa de la Ciencia en Chile no es como nosotros la pensamos. Quiero apuntar que para estar integrados en el Mundo plano tenemos que pensar y trabajar en tiempo real y e-Ciencia es un elemento sustantivo para lograrlo.

Florencio Utreras:

Muchas gracias, Manuel.

Raúl Burgos:

Yo voy a colocar la mirada y la perspectiva de Red Universitaria Nacional, nuestro Consorcio. Lo primero que quisiera decir es que no existen políticas si no hay una visión, si no soñamos, lo que de alguna manera, tenemos volcada en nuestra misión. Lo más importante de todo esto es que esa visión sea compartida por todos los actores involucrados.

Me hago las mismas preguntas que don Manuel. ¿Existe verdadera consciencia, en todos los actores, respecto que la Sociedad de la Información es, por esencia, global? Y que, por lo tanto, ninguna institución y menos las universidades, puede concebirse aislada de estas grandes iniciativas globales.

La Ciencia, la Tecnología, las Humanidades y todo el amplio espectro del saber humano, requieren de la más directa interacción. Si se plantea, que de alguna manera, nuestro país sea un punto de relevancia en esta

nueva economía, no podemos darnos el lujo de estar alejados de este gigantesco laboratorio. Laboratorio pleno de creación de saber y de nuevas tecnologías. Por tanto, la educación y la infraestructura, a nuestro modo de ver, van de la mano, nada puede hacer en una sin la otra y, por tanto, los nuevos servicios, nuevas aplicaciones, necesitan ser usados, para ser enteramente comprendidos.

Las universidades, como tales, no pueden alejar a sus estudiantes de las fronteras tecnológicas. Chile, como país, no puede permitírselo, sin embargo, los procesos son constructores y yo creo que en nuestro proceso hubo hombres visionarios, con una visión clara, entre los cuales se cuentan algunos que están aquí, en nuestro panel, como Ricardo y Florencio. Ellos tuvieron la visión para aglutinar a un conjunto de universidades y crear este Consorcio llamado REUNA. Inicialmente, con un objetivo, por allá por el año '91 que era Internet, como una manera nueva de hacer las cosas y sentar las bases de una transformación en el sistema universitario nacional. Pero, lamentablemente, la iniciativa tenía sus tropiezos. REUNA tuvo que comercializar Internet y, por tanto, fue pionera en nuestro país. La consecuencia en el tiempo de esto es obvia, esto es un campo fértil para los portadores y, por tanto, implicaba colisiones con ello y he aquí la importancia de la visión clara de REUNA, porque en ese momento con esa visión se logró una negociación con uno de los operadores, en el año '97, logrando la infraestructura que hoy día tenemos, infraestructura en fibra.

La idea era transformar esta red inicial, que era Internet, en una red avanzada con nuevos paradigmas de trabajo, centrados en la colaboración; que las instituciones participantes colaboraran en este ambiente de competencias que tenemos. En el 2000 nos integramos a Internet2 y desde ese año todo ha sido participación, aunque no exenta de problemas. "¡Por Dios!, la colaboración", como decíamos, "qué cuesta al interior de las universidades". Sin embargo, a pesar de esto, hemos tenido la suerte de expresar ese trabajo en varios proyectos que han sido exitosos y que, de alguna manera, han retribuido a las universidades participantes. De esta forma, investigadores de forma creciente, han comenzado a hacer un buen uso de esta infraestructura que REUNA provee.

Los desafíos para REUNA, de alguna manera, los hemos cumplido, como por ejemplo, la interconexión a RedCLARA y, a través de ella, a GÉANT y a Internet2, con iniciativas que son emergentes, que aquí nos ha tocado vivenciar y que obviamente nuestros investigadores, de alguna forma, sabrán aprovechar. Hoy, inclusive, estamos hablando de mejorar esta infraestructura y llevarla a Gigabits.

En este proceso hemos contado con la colaboración de muchos, entre ellos, entidades gubernamentales, empresas e instituciones, pero también a veces nos hemos sentido muy solos, intentando vender esta visión y este sueño. También, hemos tenido problemas que han dejado a REUNA en riesgo y, gracias a Dios, eso ha sido superado.

Pero, qué es lo que ha mantenido a REUNA en todo esto. Efectivamente, el creer en la visión de este Consorcio.

Se ha dicho aquí que los procesos deben estar orientados a los usuarios, es decir, a los servicios. Y mi pregunta es: ¿Tenemos, verdaderamente, masa crítica de usuarios al interior de nuestro Consorcio y de nuestras universidades? Creo que la respuesta es “no” y, por tanto, REUNA se la ha jugado por responder a esto, ¿qué está primero, los investigadores o la infraestructura? Nos hemos jugado por colocar la infraestructura y aquí me gustaría decirle a don Gonzalo Herrera que no se preocupe, la infraestructura existe y lo que necesitamos ahora es que los investigadores se integren.

Las políticas, por tanto, guardan relación con las debilidades que tenemos y creo que las debilidades se sintetizan en una sola y es que el resto crea en nuestra visión. Tenemos que sensibilizar en todas las esferas, y esto, de alguna manera, es la gran tarea que tenemos en REUNA y que ha asumido su Directorio, creernos el cuento, nosotros nos lo creemos, pero ¡por Dios! que nos ha costado que el resto del mundo nos crea y sueñe con nosotros. Aquí están involucrados, en nuestras debilidades, no sólo el frente externo, sino también el frente interno, nuestros propios socios creadores de REUNA, a veces privilegian, y podría ser natural que así sea, los problemas internos que tienen y postergan esta visión. Esto se da porque la masa crítica que hace uso de esto al interior de las universidades es muy baja y ahí es donde tenemos que crecer.

Por lo tanto, necesitamos colaboración, en este aspecto, en el área gubernamental, en las propias universidades, etcétera, de tal manera de poder aumentar la masa crítica. Esta política, evidentemente, tiene una serie de tareas que el Directorio está llevando a cabo. Quisiera aprovechar esta figura y, además, las palabras de don Manuel, dado que necesitamos aumentar la masa crítica; usted queda cordialmente invitado a integrarse a REUNA. No existen barreras para integrarse. Aquel que lo desee, lo puede hacer y queda en igualdad de condiciones que los socios antiguos, así es que espero que eso sea una realidad.

Florencio:

Thierry, tu planteamiento, por favor.

Thierry de Saint Pierre:

Yo me voy a referir al tema de innovación, que es parte de la misión de CORFO y dado el tema de esta mesa, a la colaboración e innovación. Antes que nada, la innovación, nosotros la vemos como un gran desafío para la competitividad del país y de su entorno, que la soporta. Si uno ve las cifras por todos conocidas, solamente el 0,7% de la inversión del PIB es invertido en investigación, innovación, desarrollo, etc. y de eso, cerca del 60% es inversión del Estado, es decir, la empresa hoy día reconoce inversiones muy bajas en estos temas. Este es uno de los primeros desafíos de cómo apoyar el desarrollo asociativo entre las empresas, las universidades y todas las instituciones que generan conocimiento dentro y fuera del país, y que sean de utilidad, también, para las empresas.

Hay otro desafío que aparece, también, en la agenda del país, y es el desarrollo de las regiones. Las regiones hoy día son parte importante de la actividad productiva del país, en particular, la actividad exportadora y, sin embargo, gran parte de los recursos se siguen concentrando en Santiago, por lo tanto, hay un segundo desafío que va a requerir de asociatividad y plataformas de colaboración en el sentido no de aumentar infraestructura en todas partes, sino de aumentar y soportar la que ya existe en algunos lugares, para que sean usadas por los distintos actores regionales.

Un tercer desafío que quiero mencionar, es el de tecnologías para los sectores, *cluster*, que tienen grandes necesidades de desarrollos tecnológicos, porque hay desafíos productivos que muchas veces están en la punta a nivel mundial y para los cuales no hay soluciones tecnológicas disponibles, por lo tanto, son desafíos para las instituciones que hacen investigación y desarrollo para el crecimiento del país.

Qué medidas está tomando el país y recordar que se creó el Consejo Nacional de Innovación que, tal como lo mencionaba Raúl, está definiendo una misión, una visión compartida de los distintos actores del país y, sobre esa base, definiendo una estrategia; y hay un Fondo de Innovación para la Competitividad y hay distintos actores que están actuando y que son CONICYT, CORFO, Innova Chile y otros actores que son Agencias que ejecutan algunas de estas políticas para el desarrollo, investigación e innovación.

Hay otra medida que implica un aumento significativo en este desarrollo y una de ellas es el anuncio que hizo el Ministerio de Hacienda en el Programa Chile Compite, relativo a que las empresas van a poder destinar un porcentaje, cerca del 35% de sus gastos, a desarrollo e innovación, y lo descontarán de sus impuestos; esto será un impulso significativo en la demanda de innovación.

Ahora, quiero mencionar, para concluir, algunas de las actividades que estamos desarrollando en Innova Chile, CORFO, de apoyo a todo el sistema innovativo, y voy a mencionar cuatro grandes líneas en que hemos estado:

Una es la Transferencia Tecnológica, donde nosotros impulsamos a que las empresas y los sectores productivos se asocien, de tal forma, que puedan ir a descubrir las últimas novedades tecnológicas de sus sectores productivos, en visitas y misiones a países en los cuales tienen desarrollos de punta en sus respectivos sectores y, de tal forma, que puedan traer ese conocimiento y puedan difundirlo en sus sectores. Para ello estamos impulsando misiones tecnológicas, traídas de expertos, envíos y pasantías, envíos de especialistas de empresas hacia destinos donde hay este conocimiento.

Por otro lado, estamos apoyando la innovación empresarial en todo el proceso de creación de nuevos productos, nuevos servicios, desarrollo de nuevos modelos de negocios, creación de nuevos mercados, apoyo al desarrollo a la propiedad intelectual y al patentamiento, lo que es parte significativa del valor que el conocimiento le otorga a la empresas que, en definitiva, se concreta a través de la propiedad intelectual de una parte de ese conocimiento.

En el tema de emprendimiento, estamos desarrollando toda una red de incubadoras que es la conexión entre las universidades y las empresas. Hoy tenemos 21 incubadoras y estamos fortaleciendo todo este sistema y, también el apoyo a los emprendedores, a través del Capital Semilla, capital Ángel y, al final del ciclo, a través del apoyo a los fondos de Capital de Riesgo, aquellos fondos que hacen foco en apoyar proyectos que tienen riesgos tecnológicos e innovación tecnológica.

Finalmente, tenemos, también, el programa de apoyo a los proyectos de interés público en los temas de normas y capacidades, así como al desarrollo de investigación pre competitiva, es decir, investigación que

no va a estar inmediatamente disponible en el mercado, pero sí, en algún momento, va a permitir que esta investigación esté presente en el mercado. Alguna de ella, no solamente apropiable por la empresa, sino que, a hacer investigación que va a ser de utilidad para todo un sector de la industria.

Quiero terminar diciendo que, finalmente, se me quedó en el tintero el tema de los Consorcios. Nosotros, estamos hoy día apoyando la colaboración entre las universidades y las empresas, a través de Consorcios, que son proyectos a largo plazo de impacto significativo en algún sector. Estamos financiando nueve Consorcios, junto a los nuevos que se están evaluando y que debieran ser parte de un sistema de Consorcio que nos va a permitir aumentar la colaboración entre las empresas y las universidades.

Parte 3, Debate: ¿Un programa de e-Ciencia para Chile?

El objetivo de esta tercera parte, era el de llevar a cabo una discusión abierta, entre todos los panelistas y participantes del Congreso.

Florencio Utreras:

Quisiera referirme a un par de puntos. Pablo nos habló y también el Rector Krauskopf, del tema de la velocidad y este tema es claro. Nosotros no podemos permitirnos estar a una velocidad distinta con relación al mundo en el que estamos insertos, y esto es un tema absolutamente fundamental, y no podemos estar ni un día atrasados. Estar en tiempo real es coincidir y eso tiene implicancias sobre las formas de trabajar, de compartir y, por supuesto, sobre la infraestructura.

El segundo elemento que ha sido clave en la colaboración y que lo han mencionado absolutamente todos, es que hay poca cultura de colaboración; ese es un tema más o menos complejo, al que el Rector Krauskopf apunta mencionando que hay un tema de competencia entre los mismos investigadores, porque se sabe que los recursos, de alguna manera, son limitados y eso conduce a hechos perversos que, ciertamente, nos tienden a llevar hacia abajo en vez de ayudarnos a avanzar más rápidamente en lo que todos quisiéramos y en lo que todos creemos. Yo creo que, cuando actuamos, podemos estar cometiendo los errores que se mencionan. Por lo tanto, hay un sistema de poca capacidad de colaboración que yo he ido observando también en Latinoamérica; esta no es una propiedad necesariamente chilena, por supuesto que la he observado aquí toda mi vida, pero también la observo en parte en otros países -no en todos, afortunadamente-, donde hay estas desconfianzas en colaborar y, ciertamente en América Latina, donde hemos ido cambiando estas prácticas.

El tema de compartir para producir economía, que también se ha mencionado, y que es fundamental, también para que la masa crítica pueda ser integrada. Dijimos que había poca masa crítica, esa es una realidad, lo sabemos todos. Hay pocos investigadores por cada mil habitantes o por cualquier número que uno quisiera medir. Estamos, no sé si en la quinta parte de lo que deberíamos estar, pero, ciertamente, los científicos que tenemos, que son muy buenos y hacen muy buena Ciencia, son muy pocos.

Por otro lado, el tema de la infraestructura es el tema del huevo y la gallina, en esta materia. Las demandas no vienen solas, cuando la infraestructura no está. Muy pocas veces eso ocurre y cuando hay una falta o hay algo que no se tiene, cuando los autos no existían, entonces las carreteras tampoco hacían falta, y esas cosas ocurren. Hay maneras de hacer Ciencia y son las mismas cosas que cambian cuando la infraestructura está disponible y, la verdad, es que a lo largo de la historia, el desarrollo de la tecnología ha ido cambiando la forma de trabajar. No es eso solamente, y este es un tema que se retroalimenta en una sociedad tan cambiante como la nuestra, pero lo que es cierto es que si no hay infraestructura, tampoco hay otras cosas, pues ni siquiera se pueden pensar ni hacer de una cierta forma.

Vamos a pasar a una sesión de conclusiones.

Pablo Valenzuela:

Nuevamente, quiero acentuar el asunto de la conectividad en las actividades que hacemos muchos de los científicos, la que para nosotros es fundamental, no solo porque queremos obtener la información que otros ya han desarrollado, sino que para estar al día, para la generación de la información y el conocimiento que se desarrolla en Chile.

Pero, como somos muy pocos, necesitamos saltar, estar cerca de ellos, ellos están todos juntos. Siempre estoy hablando del Hemisferio Norte versus el Hemisferio Sur. Estamos lejos, necesitamos esa conectividad. También creo que es muy necesaria para la infraestructura para la Ciencia.

En el pasado, se pensaba que Chile tenía que comprar una serie de secuenciadores de DNA, una serie de equipos difíciles, porque son muy caros, y hoy día uno puede secuenciar genomas completos en vez de sólo conseguir un secuenciador. Uno envía por *Federal Express* el pedacito, allá hay un tecnólogo que lo pone en un equipo y nosotros recibimos la información. En lugar de pasarse todo el día con la tecnología de la secuenciación, lo que nosotros queremos es el conocimiento de esos genomas y ahí sacarle el jugo a esos conocimientos. Por lo tanto, cada vez más, creo que la infraestructura de equipamiento se va haciendo obsoleta, si nosotros tenemos un buen nivel de conectividad con los países del Norte. Ellos tienen siempre mejores equipos, los que tienen una vida media muy baja, aunque el Gobierno haga tremendos esfuerzos por comprar equipamiento de alto valor, a los tres o cuatro años, no va servir de nada; mientras, si hacemos el mismo esfuerzo en conectividad, va a ser mucho más productivo.

Ricardo Reich:

Así y todo, estoy consciente que en algunas disciplinas esa estrategia puede ser efectiva, pero hay otras como en la Ciencia de los Materiales, en que es tremendamente difícil esa estrategia de acceder remotamente a este instrumental, por ejemplo, en la física o química de superficie, que los instrumentos son necesarios de manera local. Pienso, que una de las estrategias en Chile hoy es la inversión en equipamiento científico, y en lo posible aprovechar de integrarlo, y eso con REUNA, estamos haciendo los primeros esfuerzos, a través de la red, con instrumental científico para uso compartido; se puede, funciona. Hay que mover las muestras tal como a nivel internacional, pero a nivel nacional, hay menor complejidad que depender totalmente de otros países.

Y, sin ninguna intención de rebatirle a Manuel, por el contrario, si fui yo quien cometió el error de no indicar las limitaciones del dato que di. Efectivamente, no hay acceso para todos todavía, efectivamente es sólo a nivel de *abstract*, efectivamente solo hace poco se logró la suscripción por el mismo Consorcio Cincel, a la base de datos de la revista de *Science*, en línea, y no para todas las instituciones. Lo que pasa, es que en este país no tenemos apoyo del Estado para todas estas iniciativas, ni para REUNA, ni para la gestión de información; entonces, como resumen final, son los usuarios los que tienen que financiar, y eso implica hacer inversiones en bibliotecas y en REUNA, eso cuesta dinero y para eso hay que estar dispuestos a invertir, mientras encontramos la mejor estrategia para hacer funcionar este tipo de iniciativas en que posiblemente, hay que compartir esta especie de cimiento básico que financie el Estado, y el incremental basado en su uso que lo financie el usuario.

Gonzalo Herrera:

Hemos conversado sobre la importancia de la investigación, si es básica o aplicada, no vamos a introducir aquí esta distinción. Lo que me parece sí importante, y creo que es necesario destacarlo aquí, es que donde se están discutiendo hoy día los lineamientos, las políticas y estrategias de largo plazo respecto de Ciencia, Tecnología e Innovación, me refiero al Consejo Nacional de Innovación, existe un cierto sesgo o tendencia, que no digo que sea unánime, pero sí en algunos de sus miembros, que miran con cierto recelo, con un cierto sentimiento negativo, el desarrollo de la investigación científica. Y me parece que es importante destacar que en un país como éste, no es posible generar una corriente de innovación tecnológica productiva, sin que esto esté fundamentado en conocimiento

que esté apoyado, generado y sostenido, en nuestro propio país. Si eso, además es fortalecido con el apoyo de la infraestructura de colaboración, que es fortalecido con iniciativas de la e-Ciencia, tanto mejor, pero mi énfasis es que no hay e-Ciencia si no hay Ciencia.

Manuel Krauskopf:

Estos encuentros son tremendamente enriquecedores, porque nos permiten, una vez más, pulir el pensamiento y avanzar en un tema en que Chile está entrampado, porque ya en 1997, en la Revista de Ciencia, fue postulado con un *paper* al que el *New York Times* le dedicó tres páginas. En Chile, los medios todavía no se integran con la contundencia que deberían integrarse a estos temas, y ahí se mostró algo que es muy simple: en Estados Unidos había subido la inversión en Ciencia y Tecnología en la empresa, de tal modo que estaba participando en dos tercios de lo que se invertía en investigación y desarrollo, y mientras el Estado los fondos públicos, sólo tenía un tercio. Sin embargo, tres cuartos de las patentes de Estados Unidos utilizaban conocimiento básico financiado con fondos públicos. En total se reversa la situación y se demostró lo que en otros países también se repitió, que sin una inversión en fondos públicos, no hay innovación que, posteriormente, se transforme contundentemente en productos.

Se demostró, además, que la gente de California, en patentes, cita más los trabajos hechos por la gente de California, los de Massachussets, de Massachussets, y los Estados Unidos, los de Estados Unidos, y así esto se repite en el mundo. Raya para la suma: o lo hacemos nosotros o no lo hace nadie por nosotros. Hablar de innovación no tiene ningún sentido si, en verdad, sustentamos políticas públicas en base a anécdotas, creencias o sueños, en vez de hacerlo en base a evidencia científica como es lo que merece hacerse en una sociedad del conocimiento.

Raúl Burgos:

Cuando dije que la infraestructura estaba, no dije que no tuviera capacidad de crecer, y hoy en día estamos involucrados en esa capacidad de crecimiento. Esto va de acuerdo a las necesidades que parten de los usuarios y hoy, no toda la comunidad de usuarios participa de esta infraestructura.

Quisiera recalcar lo siguiente. Hoy, en REUNA, hay una gran debilidad que está en el modelo en el cual se sustenta esta red, el que está basado en la participación de los propios usuarios, es decir de las universidades que forman este Consorcio. Este modelo está en crisis y, por lo tanto, si estamos hablando de e-Ciencia en nuestro país, es una cosa que tiene que ser abordada en Chile y, por lo tanto, los actores tienen que hacer *lobby* en sus universidades, en las empresas.

Bill St. Arnaud:

Primero que todo me gustaría felicitar a REUNA por dar este primer paso tan importante para orientar el diálogo entre el Gobierno, las agencias de financiamiento y la academia, en relación a la importancia de la e-Ciencia y de las redes. Para darles una perspectiva, en Canadá el gobierno canadiense está destinando, si bien es difícil de medir, alrededor del diez al 20 por ciento del presupuesto anual de Ciencia, a las redes y la e-Ciencia.

Esa es la importancia que tienen los gobiernos, no solamente para el beneficio de la Ciencia, ya que existe el reconocimiento oficial de que se producen beneficios industriales directos y no simples derivados, no algo que tal vez en 20 años más produzca algunos resultados. Los gobiernos se dan cuenta de que las mismas herramientas que diseñan los científicos tienen un tremendo potencial también el sector industrial.

Bob Hertzberger :

También quisiera agradecer esta invitación, ya que aprendí mucho gracias a ella. Sólo a manera de resumen: Creo que estamos hablando de una nueva forma de Ciencia, la cual denominamos e-Ciencia. La nueva forma de Ciencia necesita de una infraestructura para la investigación. Esta infraestructura para investigación debiera consistir en un nuevo tipo de equipos y debiera incluir el entorno computacional. Y deben darse cuenta de que el computador es, hoy en día, el aparato más complicado que tenemos, pero también el más flexible. Y debemos aprender cómo manejar la totalidad de esa infraestructura y debemos admitir que también estamos haciendo Ciencia al construir esa infraestructura. Si hacen eso, serán muy exitosos en el área de innovación. No he hablado de la industria holandesa, no lo hice a propósito, pero les daré un ejemplo sobre Philips.

Cuando comenzamos hace tres años, el laboratorio de investigación de Philips en Eindhoven, no tenía interés alguno en Mallas ni en e-Ciencia.

Luego, un nuevo director decidió que Philips tenía que pasar de construir televisores a lo que ellos denominan sistemas de salud. ¿Qué creen que ocurrió? Repentinamente se dieron cuenta de que necesitaban una infraestructura para e-Ciencia. También tuvieron que decidir que necesitaban ser una sociedad más estrecha y optaron, y esto es interesante para mi vecino, por un modelo abierto de innovación. Un modelo abierto de innovación significa que colaboras con otras compañías como, por ejemplo, nuestros diseñadores. Ahora lo hacen a través de la infraestructura holandesa de e-Ciencia. Estas son las también las consecuencias para la industria, que ha perdido el impulso académico que originalmente la hizo crecer.

Thierry de Saint Pierre:

Creo que para Chile, que es un país pequeño y con recursos limitados, es imprescindible usar los recursos en forma eficiente y, por lo tanto, construir una plataforma e infraestructura compartida, tanto de servicios computacionales, como de infraestructura de laboratorios usados por las universidades y las empresas, es parte importante de esa política y es un desafío para las agencias gubernamentales.

Como segundo punto, y relacionado con la innovación, que es conocimiento puesto y validado en el mercado, existe un falso dilema, de si hay que hacer una "casita de construcción básica", pero la pregunta es cuál es la investigación básica y cuáles son los problemas que se están abordando en ella, si están mirando hacia el mercado local o no, y esa es una pregunta que hay que hacer.

Fabrizio Gagliardi:

Permítanme concluir con la perspectiva de la industria. Creo que las redes de investigación, la e-Infraestructura que se pueda construir en la red de investigación, no sólo es importante para la comunidad de investigadores. Permítanme ofrecerles mi testimonio: En el programa de Microsoft del cual soy responsable, hemos decidido financiar la colaboración de Pablo Valenzuela con nuestros científicos de investigación en Microsoft. Para este fin, contar con una buena conectividad y una buena infraestructura para e-Ciencia, es fundamental para el éxito de la colaboración. Por lo tanto, deben entender que al invertir en conectividad internacional, al invertir en redes de investigación y al estar a la cabeza de una infraestructura efectiva para la e-Ciencia, también van a abrir paso a la intervención de otras industrias,

no sólo de Microsoft, si no también las otras. Estoy seguro de que dada la calidad de la investigación que hemos observado y descubierto en Chile, con una buena infraestructura para e-Ciencia, serán también capaces de influir en y atraer inversiones desde otros países y así ser aún más exitosos, desde el punto de vista industrial.

Preguntas y Comentarios

Luis Salinas (Docente del Departamento de Informática Universidad Federico Santa María):

Quisiera dar, ahora, un punto de vista desde la investigación y cuál es la dificultad que encontramos, al menos en mi universidad, la Santa María. A principios de este año comenzamos a trabajar en un proyecto interdisciplinario con los colegas de Física y Electrónica, motivados por la posibilidad de realizar investigaciones con el CERN, lo que nos llevó a integrarnos al proyecto EELA, el cual realizó, hace unos días, su Primera Conferencia en la Santa María.

Nuestra dificultad es que la Universidad hizo inversiones importantes en el equipamiento computacional, pero tenemos un problema que es una necesidad: la conectividad. Pareciera ser que hay un problema de costos involucrados. La Universidad Santa María, si bien estuvo hace un tiempo en REUNA, posteriormente se retiró y las razones que me han expresados las autoridades de la Universidad, son de índole económicas.

Si acaso, las políticas que yo he escuchado aquí, se plasmaran en hechos concretos, por ejemplo brindar una ventaja comparativa de REUNA frente a los operadores que dan comunicación por la vía privada, eso sería muy bueno, y nos permitiría convencer a las autoridades y poder desarrollar efectivamente un proyecto de investigación con colaboración internacional en Física de Altas Energías, Física del Estado Sólido, donde a nivel interno ya están colaborando un equipo multidisciplinario.

¿Qué opinan al respecto?

Florencio Utreras:

Quiero decir que todas las universidades son tratadas de la misma forma en REUNA, y eso es importante; no existe aquello de una diferencia de trato o condiciones para la Universidad Santa María en comparación con

una universidad de Concepción. Todas las universidades son tratadas igual, incluso las privadas, de hecho. Cualquier nivel de costos es el mismo para todos y los que están, han apreciado que esos costos son importantes para ellos.

Lo segundo, tú mismo has dado en el clavo, probablemente tienes que decirle a tus autoridades porqué unirse a esta conectividad y no a otra. Porque, en realidad, si tú me estás diciendo que no pueden resolver estos problemas con la conectividad que tienen, entonces Internet no te sirve y lo que te entrega el Consorcio Red Universitaria Nacional no es Internet, sino una red de investigación y educación. Por lo tanto, son dos cosas distintas, y ese es un problema más allá del tema de financiamiento. Creo que simplemente el modelo es difícil y yo no he visto ningún país con un modelo igual al chileno.

Hay espacio para decir “necesitamos algún tipo de subsidio”, ciertamente, pero también hay que tomar en cuenta que estamos hablando de dos cosas distintas, y eso debemos tenerlo claro.

Mauricio Escudey (Vicerrector de Investigación y Desarrollo Universidad de Santiago):

Yo quisiera hacer una sugerencia o una propuesta para REUNA, y sería crear un Grid de información, que podría estar constituida por todas las universidades y centros de Chile. Se trataría de que cada uno subiera toda la información que está publicada, acogidos a esa institución. Hay cantidades de información que está publicada en *journals* de circulación internacional, esto de acuerdo con el profesor Krauskopf, acerca del impacto de quien lo recibe o no. Además de ese tipo de información, hay una cantidad más importante que no llega a esos *journals*, que termina en revistas de circulación restringida, de sociedades científicas, de comunicaciones internas de las instituciones y que en la práctica termina casi inaccesible al público del mismo país.

Si a eso le agregamos la cantidad de tesis de pre y pos grado, hay una gran cantidad de información generada en el país que se desconoce. Si estuviera accesible, yo veo varios beneficios, dentro de cada institución, los mismos integrantes de la institución podrían conocer lo que se hace dentro de ella y, dentro del sistema nacional, podríamos saber qué está hecho y qué se está haciendo en distintos ámbitos del quehacer, cosa que no es fácil en estos minutos, ya que cuesta saber lo que se está haciendo.

Y la última ventaja que le veo a esto, es para el país: cuando uno hace una previsión, un *paper* o un proyecto, hay que saber de qué parte saco la información y de qué país viene el autor; si desde el exterior alguien accede a esta Grid, para saber de dónde se saca esta información que está en Chile, eso también generaría un impacto de imagen.

Bob Hertzberger:

Provengo de un país que es más afortunado que el vuestro, y esto es gracias a que en el pasado contamos con algunos visionarios. Lo primero que se hizo fue que todas las universidades tuvieran una organización de redes. Ahora todas las universidades son dueñas de esas redes, pero también son responsables por el presupuesto, y el truco básicamente es que ellas sacan una pequeña parte de sus presupuestos y juntas solicitan fondos adicionales al Gobierno.

Ahora soy la persona que está impulsando un modelo similar. De hecho, la innovación computacional se llevó a cabo bajo la Fundación para la Ciencia y el súper computador fue, de hecho, obtenido en una forma similar. Ahora estoy presionado para crear una organización con todo eso. Una organización para computación y redes, basada en el mismo principio de que todas las universidades se hacen responsables, pero donde también comparten por igual la participación. Y en el caso del Gobierno, tiene que financiarla, les guste o no.

Si la finanzas así, las universidades mantienen su influencia sobre las organizaciones, y les digo, mi Decano es el Director de esa organización y el próximo director es Decano de otra organización. Por lo tanto, están controlando la organización y están de acuerdo de que ahí se debe destinar el financiamiento. Este es uno de los grandes problemas que veo en Chile, también para crear cualquier otra infraestructura para e-Ciencia sobre ella.

David Holmes (Académico e Investigador de la Universidad Nacional Andrés Bello):

Me gustaría explotar el diálogo entre nosotros, los científicos e ingenieros, y el panel. El panel incluye tres representantes del Gobierno y ocho representantes de agencias de financiamiento, así que es realmente necesario que dirija a ellos esta pregunta.

Hemos sido bombardeados, durante los dos últimos días, con todas las palabras de moda apropiadas. No hay duda de que la e-Ciencia es el ahora, el futuro; influye en la educación, en la investigación, la Ciencia, la economía y todas las palabras de moda que el Gobierno va a escuchar. Por lo tanto, espero escuchar hoy, de parte del panel, cómo financiar, por ejemplo, los consorcios, que es la forma para hacer funcionar la red humana. He sabido que FONDEF ha otorgado fondos para dar inicio a REUNA, así que definitivamente existe conciencia en el Gobierno de que se debe hacer este tipo de cosas. Quiero saber, ahora que tenemos un nuevo Gobierno y nuevas políticas, ¿van a insistir para traer rápidamente la e-Ciencia a Chile? Y quisiera algunas respuestas específicas.

Ricardo Reich:

En el caso del Ministerio de Educación, como les indicaba, nuestra preocupación en adelante es implementar con mucho mayor velocidad la generación de capital humano avanzado en las universidades, lo que sería enfrentar una de las debilidades que tiene Chile: el tener insuficiente personal para la Ciencia y, posiblemente necesitamos el doble de personas que tenemos hoy día y la necesitamos hoy, no en 15 años más, porque eso requiere inversiones aún más altas, trayendo personal desde el extranjero. El segundo problema es que necesitamos desarrollar, con mucha fuerza, los Doctorados nacionales. En Chile se comenzó tarde, en Brasil, México y Argentina, se comenzó en los '60, y uno ve los resultados y la capacidad instalada de Ciencia, Tecnología e Innovación hoy. Esas dos son las líneas principales que en el Programa de Mejoramiento de la Educación Superior se van a implementar: más recursos humanos a nivel de Doctorados y todas las acciones que tengan que ver con aquello, pasantías, doctorados, pos doctorados, intercambio de académicos, redes, etc.

Gonzalo Herrera:

No hay una política clara y definida respecto de e-Ciencia. Sí, hay un conjunto de acciones que apoyan y promueven, por la parte de los fondos concursables del Gobierno, actividades vinculadas a la e-Ciencia. Pero no hay una política que uno pudiera identificar y decir "esto es lo que nosotros estamos proponiendo hoy día al país". Eventualmente, de iniciativas como éstas, como este Congreso, pudiera surgir una semilla de una política pública que se pueda anexar, de alguna forma, a las acciones y proposiciones que se están haciendo para generar una estrategia a largo plazo en materias de Ciencias, Tecnologías e Innovación.

Thierry de Sait Pierre:

Las políticas públicas que se hacen hoy, en conjunto con los distintos actores y el conocimiento y la formulación de un proyecto de e-Ciencia son parte fundamental y hay responsabilidad de los propios usuarios y de los actores de este proyecto. En la medida que proyectos de este tipo se formulen y concreten los acuerdos entre los distintos participantes, y se puedan presentar a alguno de los fondos de Gobierno, es bastante probable que pueda surgir financiamiento. Nosotros financiamos un primer piloto de este tipo, con REUNA, de trabajo colaborativo de recursos de alto valor (UCRAV).

Bill St. Arnaud:

Tengo dos comentarios. Uno sobre la necesidad de contar con profesionales y educadores capacitados. Este es un tema que todos los países deben enfrentar, el contar con gente que sea capaz de enseñarle a las nuevas generaciones a insertarse en la e-Ciencia y en lo que están haciendo otros países, incluyendo Canadá. Existen, actualmente, numerosos programas universitarios, por ejemplo en Singapur y Corea, en los que puedes ir a la universidad en esos países y recibir la instrucción de los dos primeros años de parte del MIT o de Stanford y luego completar los últimos dos años en Estados Unidos.

Es una excelente forma de exponer a los estudiantes a instituciones de primer nivel en el mundo y también darles un caché de ese grado académico. Las universidades de esos países se están asociando para ofrecer esta capacidad. Para hacerlo, eso sí, se necesitan redes de banda ancha, ya que todo se hace a través de videoconferencias. El otro punto dice relación con la entrega de una base de datos con información sobre todos los materiales que hay en las universidades y escuelas. La idea me parece muy recomendable y existen actualmente buenos programas comerciales como *Google Scholar* y Microsoft también tiene uno. Todo lo que necesitas son los servidores y les recomiendo que lo hagan, porque no sólo exponen la información a otros chilenos, sino también a gente de todo el mundo. Una vez más, para llevar esto a cabo, para conectar los servidores, necesitas conectividad de un gran ancho de banda, no sólo dentro de Chile, sino también a nivel internacional.

Florencio Utreras:

¿Alguna otra contribución? Me gustaría ir resumiendo. Hay elementos que se han dicho y que apuntan a la dirección correcta. Ciertamente, hay una sensación clara de que tenemos que ir en esa dirección, tenemos que estar a velocidad en tiempo real, necesidad de conectividad y que es importante y lo han enunciado prácticamente todos. Tenemos que compartir, que colaborar en las diferentes acciones que han tomado los diferentes fondos de financiamiento, tanto con MECESUP, como, tal como mencionaba Ricardo, con Doctorados, FONDEF, con el financiamiento de unas actividades específicas de colaboración y proyecto, incluyendo, por supuesto, el financiamiento de REUNA el año '91.

También, está lo que mencionaba Thierry, los Consorcios son elementos centrales, el tema de las redes de incubadora, se me hace difícil pensar en maneras más creativas que las incubadoras de esas cosas que el día de mañana van a ayudar al país, no estén interconectadas pensando en la conexión del futuro. Por lo tanto, elementos hay, y me da la impresión, como lo decía Gonzalo, que lo que nos está faltando es el hilo conductor.

Thierry nos decía que las políticas públicas se hacen de cara al público, y eso me parece perfecto, y el público somos todos, por lo tanto, en realidad, lo que se nos está diciendo es que el poder es de todos nosotros y de todos ustedes, en particular. De manera que si ustedes y nosotros somos capaces de construir un consenso, de construir una propuesta y de consultarla interactivamente con las autoridades, el potencial para construir una política está y eso es sumamente positivo.

Hay que tomar ese desafío y hay que hacerlo ahora. Lo primero que hay que decir es: "Queremos construir una política de e-Ciencia ahora". Pareciera que sí y lo que tenemos que ver es cuáles son los elementos, y pareciera que algunos están acá, y de qué manera se articula eso, después se discutirá. Lo importante, en el fondo, es cuáles son esos principios reactores que nos gustaría que estuvieran presentes en la comunidad científica. Por supuesto, aquí no está toda la comunidad científica, sin embargo, hay un grupo importante de líderes.

Cómo podemos partir, seguramente y según la tecnología, este punto de partida nos va a implicar generar productos. En primer lugar un libro, que se tiene que generar con este Congreso. Este libro se va a redactar y se va a circular, porque queremos que ustedes sean parte de él. Eso es lo primero.

Si todos nosotros creemos que esto es algo que vale la pena hacer, no nos podemos quedar en que lo pasamos muy bien y en que tomamos buen café, sino que debemos ir un poco más allá y hacer el trabajo.

AGRADECIMIENTOS

REUNA, Red Universitaria Nacional, quiere agradecer a todos quienes hicieron posible la realización de este I Congreso Nacional de e-Ciencia, en septiembre de 2006. A todos quienes apostaron junto a nosotros por un futuro de avanzada para nuestra comunidad científica nacional.

Nuestros primeros agradecimientos son para la Academia Chilena de Ciencias (ACC), por aceptar y apoyar la invitación a participar en esta empresa, y al Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología (PBCT) de la Comisión Nacional Científica y Tecnológica (CONICYT) que, confiando en nuestra visión, financió el evento.

Agradecemos a las importantes instituciones que nos patrocinaron:

- Asociación Chilena de Empresas de Tecnologías de Información A.G., ACTI.
- Asociación de Proveedores de Internet, API.
- Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas, CRUCH.
- E-Infraestructura compartida Entre Europa y Latino América, EELA.
- Iniciativa Científica Milenio, ICM.
- Programa MECE de Educación Superior, MECESUP, Ministerio de Educación, Gobierno de Chile.
- Sociedad Chilena de la Computación, SCC.

Extendemos estos agradecimientos a las empresas que nos brindaron su auspicio:

- Adexus.
- Cisco Systems.
- Estrategia.
- Microsoft.
- Telefónica Empresas.
- UVirtual.

Especial mención merecen los científicos, investigadores, académicos y representantes de Gobierno y la empresa, tanto nacionales como internacionales, que nos honraron con su participación e intervenciones en las sesiones Plenarias y el Foro de nuestro I Congreso Nacional de e-Ciencia; gracias a ellos y a la activa e interesada concurrencia, este Congreso fue un éxito que en 2007 será continuado mediante un Taller de Articulación para la e-Ciencia y un II Congreso Nacional de e-Ciencia (23 y

24 de Mayo y 12 y 13 de Septiembre, respectivamente).

Por último, queremos agradecer con especial énfasis a cada una de las personas que trabajaron para hacer de este Congreso una realidad, los miembros del Comité Científico, los miembros del Comité Organizador, los trabajadores de REUNA y el personal de apoyo para el evento.

Muchas gracias a todos por permitirnos traer la e-Ciencia a nuestro país.

Acceso a material del I Congreso en línea

Los perfiles de los panelistas, todas las presentaciones, y el registro completo en video del I Congreso Nacional d e-Ciencia, se encuentran disponibles para su descarga y revisión en línea en el sitio web: http://e-ciencia.reuna.cl/C2006/01_01.htm.

Perfiles de los panelistas: http://e-ciencia.reuna.cl/C2006/02_01.htm.

Presentaciones y videos: http://e-ciencia.reuna.cl/C2006/02_02.htm.

Nota:

Se autoriza la reproducción total y/o parcial de este libro, por cualquier medio impreso y/o digital, para fines de investigación y ampliación y difusión del conocimiento (no comerciales), citando las respectivas fuentes.

Las ponencias y los videos que guardan el registro de este I Congreso Nacional de e-Ciencia se encuentran, para libre descarga, en: http://e-ciencia.reuna.cl/C2006/02_02.htm.

Información Editorial:

Autora: María José López Pourailly, Jefa Unidad de Comunicaciones, REUNA.

Comité Editorial: Comité Científico I Congreso Nacional de e-Ciencia, Dirección Ejecutiva REUNA, Gerencia de Proyectos REUNA, Gerencia Técnica REUNA, Unidad de Comunicaciones REUNA.

Diseño gráfico: Marcela González Garfias.

Abril de 2007.

Red Universitaria Nacional, REUNA.
Canadá 239, Providencia, Santiago – Chile.
(+56) 2 337 03 00
<http://www.reuna.cl>

PATROCINAN



FINANCIAN



Programa
Bicentenario
en Ciencia y Tecnología



ORGANIZAN



AUSPICIAN

