



Libro Blanco



Redes avanzadas en América Latina:  
Infraestructuras para el desarrollo  
regional en ciencia, tecnología e  
innovación



Alberto Cabezas B./Soledad Bravo M.

CLARA – ALICE2

Enero 2010

© CLARA 2010 Todos los derechos reservados.

Partes de este informe pueden ser libremente copiadas, sin alteraciones, brindando la fuente original y preservando los derechos de autoría.

Investigación y Contenidos: Alberto Cabezas Bullemore y María Soledad Bravo Marchant

Edición: María José López Pourailly



La investigación y estudio sobre el cual se fundan los contenidos de este Libro Blanco, fueron posibles gracias al financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (IDB), a través del proyecto Fortalecimiento de las Redes Académicas Avanzadas Regionales a través de CLARA como Bien Público Regional.

Esta publicación es posible gracias al financiamiento del proyecto ALICE2, por parte de la Comisión Europea a través del Programa @LIS2.

CLARA es el único responsable por esta publicación. Ésta no representa la opinión de la Comunidad Europea; la Comunidad Europea no es responsable por cualquier tipo de uso que se pueda dar a los datos aquí proporcionados.



**Redes avanzadas en América Latina:  
Infraestructuras para el desarrollo regional en ciencia, tecnología e innovación**

---



Este proyecto es financiado por  
la Unión Europea

European Commission  
EuropeAid Cooperation Office  
Directorate B2 - Latin America  
@LIS Programme  
Rue Joseph II, 54 J54 4/13  
B-1049 Brussels  
BELGIUM



Un proyecto implementado por  
CLARA

Contacto de Prensa:  
María José López Pourailly  
PR & Communications Manager  
- CLARA  
maria-jose.lopez@redclara.net  
(+56) 2 337 03 57  
Canadá 239, Providencia  
Santiago  
CHILE

«La Unión Europea está formada por 27 Estados miembros que han decidido unir de forma progresiva sus conocimientos prácticos, sus recursos y sus destinos. A lo largo de un período de ampliación de 50 años, juntos han constituido una zona de estabilidad, democracia y desarrollo sostenible, además de preservar la diversidad cultural, la tolerancia y las libertades individuales. La Unión Europea tiene el compromiso de compartir sus logros y valores con países y pueblos que se encuentren más allá de sus fronteras».

La Comisión Europea es el órgano ejecutivo de la Unión Europea.

**Libro Blanco**

**Redes avanzadas en América Latina:  
Infraestructuras para el desarrollo  
regional en ciencia, tecnología e  
innovación**

Alberto Cabezas B. y M. Soledad Bravo M.



## Índice

Prólogo	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Resumen ejecutivo	8
I. Las redes avanzadas y la Sociedad del Conocimiento	16
II. Las redes avanzadas en Europa	22
2.1 Las fortalezas del modelo europeo.....	27
2.2 La contribución de las redes avanzadas.....	28
2.3 La vocación global.....	32
III. Las redes avanzadas en América Latina	36
3.1 RedCLARA, una oportunidad para fortalecer el desarrollo.....	36
3.2 Los servicios.....	38
3.3 En pos del financiamiento estable.....	39
3.4 Proyectos en curso.....	44
3.5 Las áreas claves.....	53
3.6 Factores a fortalecer.....	57
IV. Conclusiones	59
Anexo: Breve estatus de las redes conectadas a RedCLARA	66

***Redes avanzadas en América Latina:  
Infraestructuras para el desarrollo regional en ciencia, tecnología e innovación***

---

## Resumen ejecutivo

Las redes avanzadas o Redes Nacionales de Investigación y Educación (*National Research and Education Network*, NREN, por denominación en inglés) y sus comunidades de usuarios, constituyen un medio ambiente propicio para la investigación científica y tecnológica y los procesos de innovación. Diversas tecnologías y servicios se han diseñado y probado en estas redes, para luego masificarse en un proceso de transferencia continuo y creciente. El ejemplo más socorrido es la propia *World Wide Web*, pero existen otras tecnologías como la transferencia de archivos, los sistemas P2P (*peer-to-peer*), el uso extensivo de videoconferencias, y la investigación en web semántica, por citar algunas. Todas ellas fueron iniciativas pioneras que se probaron en las NREN y luego migraron al llamado Internet comercial.

En las redes avanzadas se prueban tecnologías que luego son adoptadas por Internet comercial. Este proceso continúa hasta el día de hoy y se prolongará en el tiempo.

A pesar del fenómeno planetario que significa Internet, y la existencia de una industria consolidada en torno a ella, las redes avanzadas no están en vías de extinguirse. Al contrario, las comunidades de investigación y educación concentran a los usuarios más demandantes y exigentes de Internet. Para satisfacer sus necesidades se requieren infraestructuras sólidas y capaces de proveer y mantener en su seno, el espacio para el desarrollo de pruebas y nuevas tecnologías; modelo que las ISP -empresas proveedoras del servicio Internet (*Internet Service Provider*)- no están interesadas en seguir pues requiere ingentes inversiones con retornos a largo plazo. Ellas han preferido volcarse a negocios más rentables: la prestación de servicios a empresas y usuarios domésticos.

Desde el punto de vista del diseño de las políticas públicas, y del financiamiento a las infraestructuras habilitantes para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI de aquí en adelante), es benéfico apoyar el despliegue y fortalecimiento de estas redes avanzadas, así como el uso cada vez más masivo de Internet entre la población. Estos dos objetivos políticos poseen igual importancia, ya que son infraestructuras complementarias y no sustitutas.

No debemos olvidar un hecho clave; existen varios procesos que marcan la necesidad de estas infraestructuras: La exitosa experiencia de Internet, donde el sector académico jugó un rol clave en su nacimiento y, luego, en su transferencia al sector privado, demostró a un conjunto de científicos y universidades, y organismos de política pública de ciencia y tecnología, que el círculo virtuoso de investigación y, posterior, uso por parte del sector privado, debía repetirse. Puesta en marcha, gracias a Internet, la mayor transferencia de tecnología desde los laboratorios al mundo civil, gubernamental y privado, era necesario mantener este esfuerzo.



Las redes avanzadas son clave:

- ♣ Sobre ellas se desarrollan nuevos servicios y aplicaciones que permiten sostener el crecimiento y fortalecimiento de Internet.
- ♣ La comunidad científica más amplia requiere una infraestructura para la colaboración, educación y acceso a instrumental que el sector privado no puede ofrecerle.
- ♣ La red en sí misma es un laboratorio para probar nuevos protocolos, mejorar la calidad de servicio y velocidades que no existen en Internet comercial.
- ♣ La infraestructura permite un espacio de colaboración para afrontar temas que son desafíos mundiales y requieren de muchos grupos de investigadores trabajando sobre ingentes volúmenes de datos.
- ♣ La negociación en conjunto permite rebajas considerables de los costos de conexión a las instituciones de investigación.

Desde otro ángulo, la globalización de la Investigación y Desarrollo (I&D) es un hecho palpable que se observa por el número de proyectos a escala mundial, las oportunidades que brindan para mantener el “estado del arte” en un área y la necesidad de articular respuestas comunes a desafíos que cubren todo el planeta, como el cambio climático o la prevención de desastres naturales.

La red avanzada es la infraestructura para la colaboración científica que permite acometer desafíos globales. A la vez, es el campo de prueba de lo que será un Internet del futuro.

Inclusive, las empresas participan de este esfuerzo. Recientemente, la OECD explicaba los casos de China, India y Brasil, como países emergentes en I&D, con el siguiente argumento: “El alto costo y riesgo de la I&D (debido a su multidisciplinariedad y creciente complejidad) y la competencia global en innovación, han conducido a las empresas a reducir sus costos de I&D mientras aceleran el proceso de desarrollo. Esto ha llevado a las firmas a

Las redes avanzadas son imprescindibles para la globalización de la I&D. Dada la posición relativa de América Latina y la pequeña masa crítica de investigadores, es aún más necesaria la acción concertada de estas redes, ellas son el mecanismo natural de efectividad. La región cuenta con una infraestructura para ese propósito, RedCLARA, que debe ser preservada.

buscar fuentes de tecnología y conocimiento en el exterior y a confiar más en esas fuentes de innovación. El incremento de la globalización en las capacidades de ciencia y tecnología, y el amplio número de establecimientos con bases atractivas en este campo, han ampliado las oportunidades para invertir en I&D en el exterior”.<sup>1</sup>

Para establecer esa colaboración, se necesitan tecnologías e infraestructuras de primer nivel. Resulta obvio que este es uno de los espacios privilegiados si se considera a las redes avanzadas como las redes de colaboración en I&D: “Nuevas oportunidades

---

<sup>1</sup> OECD (2008) *Research and Development: Going Global*. Policy Brief. OECD, Paris. En: <http://www.oecd.org/dataoecd/30/52/41090260.pdf>

tecnológicas, en especial tecnologías de información y comunicación (TIC), se encuentran entre los principales impulsores del proceso de internacionalización, ya que han permitido nuevas formas de colaboración y han conducido a una mayor especialización del sistema global de innovación. Avances en TIC también han facilitado la gestión de actividades dispersas en innovación y han permitido la subcontratación de I&D”.<sup>2</sup>

En América Latina se verifica la necesidad de crear institucionalidades que permitan a los países integrarse para poder competir en la economía globalizada. Los acuerdos bilaterales de libre comercio y la creación de espacios como Mercosur, NAFTA o el Mercado Común Centro Americano, son ejemplos de la integración que se requiere y que es necesario fortalecer.

Los países latinoamericanos que cuentan con redes avanzadas -la gran mayoría-, han emprendido una estrategia de unificación para poder abordar las problemáticas señaladas, con una masa crítica que sea una condición de posibilidad. Han creado la Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas, CLARA, organización de derecho internacional sin fines de lucro, con existencia legal a partir del 23 de diciembre de 2004, fecha en que fue reconocida por la legislación de la República Oriental del Uruguay.

CLARA se define como un sistema latinoamericano de colaboración mediante redes avanzadas de telecomunicaciones para la investigación, la innovación y la educación. Cuenta con 17 países miembros (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela) y sólo trece de ellos están conectados a RedCLARA. Los no-conectados son Bolivia, Paraguay, Cuba y Honduras. Los dos últimos se consideran “miembros no-activos”, pero se espera su incorporación plena en un futuro cercano.

La troncal (*backbone*) de RedCLARA está compuesta por siete nodos enrutadores principales, conectados en una topología lineal (punto-a-punto). Cada nodo principal (IP) representa a un PoP (Punto de Presencia) para RedCLARA. Seis se localizan en una ciudad de América Latina: São Paulo (Brasil), Buenos Aires (Argentina), Lima (Perú), Santiago (Chile), Ciudad de Panamá (Panamá) y Tijuana (México). El séptimo se ubica en Miami (Estados Unidos) y a él se conectan las redes centroamericanas.

Todas las conexiones de las redes nacionales latinoamericanas a RedCLARA se realizan mediante uno de estos seis nodos. RedCLARA también está interconectada, entre otras, con las redes de Europa (GÉANT), la cuenca Asia-Pacífico (APAN, TEIN3, AARNET), Estados Unidos (Internet2), Canadá (CANet4), y la cuenca del Mediterráneo (EUMEDCONNECT2).

*Grosso modo*, las redes avanzadas nacionales ofrecen una plataforma a partir de la articulación de una troncal de alta velocidad, donde es posible integrar distintos recursos y servicios. Por ejemplo, pueden entregar canales de comunicación dedicados para proyectos individuales de investigación; propiciar la creación de ambientes adecuados para introducir nuevas herramientas de administración de los recursos como también probarlos; impulsar

---

<sup>2</sup> OECD (2008), óp. cit.

acciones de difusión entre las comunidades locales, y facilitar una dinámica que permita la interconexión física de las redes y el intercambio entre personas y grupos de investigación localizados en distintos países. Es decir, convertirse en un agente distintivo de transformación local en el ámbito de la investigación científica y tecnológica.

Esta infraestructura única para las actividades de investigación científica, pone a los países de América Latina en la disyuntiva de plantearse con claridad cuál será el grado de apoyo político y financiero que están dispuestos a entregar a las entidades nacionales que gestionan las redes avanzadas. Tras cinco años de funcionamiento, y numerosos proyectos ejecutados, la pregunta sigue en la mesa.

La región enfrenta desafíos hemisféricos no menores, vinculados con la administración racional de sus ecosistemas, algunos de ellos únicos en el planeta. La desertificación y la merma de la diversidad biológica, por mencionar un par de apremiantes retos, no son susceptibles de abordarse con estrategias nacionales porque la escala del problema es mayor.

Junto con esos desafíos, la comunidad de investigadores de América Latina enfrenta otros, derivados de un profundo cambio de paradigma en el modo de hacer ciencia. Este cambio, denominado “e-Ciencia”, define un nuevo fenómeno ligado con la emergencia de las TIC y el rol de las redes avanzadas.

Hoy se abre una ventana de oportunidad para los procesos de modernización de los sistemas nacionales de CTI, a partir de un hecho cierto: América Latina ya dispone de una infraestructura de redes avanzadas interconectada entre sí y con las principales redes de América del Norte, Europa y Asia. Lo que falta es incorporarla al diseño de políticas públicas que la posicionen en un lugar visible dentro del sistema de CTI y le den soporte financiero y sustentabilidad en el tiempo.

La contribución que es posible articular desde una infraestructura de redes avanzadas bien soportada y coordinada entre los países, puede marcar la diferencia entre poder abordar los problemas con eficacia y no tener la oportunidad de hacerlo en la dirección correcta por carecer del instrumento adecuado.

Como experiencia referencial, Europa ofrece el caso más paradigmático de la construcción y gestión de una supra-red avanzada de última generación (GÉANT), que hoy se despliega en 33 países e interconecta a 36 redes avanzadas nacionales (cuatro en calidad de asociadas). Al mirarlas por país, se advierten numerosas diferencias, desde el punto de vista de su tamaño, estructura, presupuesto, mecanismos de financiamiento, equipos de trabajos y servicios que entregan a sus usuarios finales. No obstante, comparten una característica básica: están bien posicionadas, persiguen los mismos objetivos y el gobierno desempeña un rol preponderante en su financiamiento, combinado con el co-financiamiento de los usuarios en dos dimensiones: cuotas permanentes de membresía (distribuidas según el ancho de banda que demanden) y proyectos especiales de investigación.

Sobre las redes avanzadas europeas se realizan múltiples proyectos de investigación. Dos son los sellos que distinguen a la mayoría: son iniciativas intensivas en el

uso de servicios y aplicaciones de red, y son colaborativas, ya que en ellas participan numerosas instituciones nacionales y extranjeras. También están abiertas a la participación de otros actores del mundo productivo como laboratorios, empresas privadas y empresas de telecomunicaciones.

Hay características distintivas del modelo europeo que sirven como referencia para América Latina: el apoyo explícito de las agencias públicas, esquemas mixtos de financiamiento, e inserción en las políticas científicas y de I&D.

Para América Latina, contar con una política pública explícita sobre las redes avanzadas como elementos centrales para el sistema nacional de innovación, es clave para avanzar hacia un nivel de desarrollo superior.

La capacidad de gestión de CLARA ya se ha probado en el impulso a la generación de redes locales en a lo menos seis países de la región, en su capacidad técnica y de contraparte con Europa, y en el esfuerzo que ha realizado para visibilizar las redes avanzadas y prospectar posibilidades de uso entre las comunidades científicas.

La propia gestión descentralizada que ha escogido CLARA para operar, es una opción que distribuye compromisos y responsabilidades entre sus socios, junto con potenciar la capacidad de aprendizaje en los nodos locales, lo que implica que la filosofía de colaboración se ha encarnado en la agencia a cargo de la gestión técnica de la red y de la dinamización de la comunidad científica a la que sirve.

En América Latina, no obstante, la política pública explícita sobre las redes avanzadas como elementos centrales para el sistema nacional de innovación es casi inexistente, con la excepción de Brasil y, en menor medida, de México y Colombia; además, ellas suelen tener más apoyo desde el punto de vista económico. Si bien, otras redes reciben un tibio soporte financiero desde los gobiernos, lo cierto es que ningún organismo regional exhibe hoy un discurso constante y de largo plazo que apunte a la integración de sus comunidades de investigación a través de las redes avanzadas.

A ello se suma la concentración de la masa crítica en un solo país, Brasil, que reúne casi al 50% de los investigadores de la región. Luego se agregan Argentina y México. Si se añade a la lista a Chile, Colombia y Venezuela, se configura un cuadro que involucra a más de 80% de la masa crítica de los usuarios naturales de las redes avanzadas.

La conclusión es obvia, al mirar la experiencia europea. Las políticas públicas explícitas sí pueden hacer una diferencia en el crecimiento incremental de las redes y su sustentabilidad.

En Europa, las redes avanzadas intentan cubrir todas las áreas del conocimiento, al demostrar su utilidad para todas las comunidades de investigación. Pero no se puede olvidar la masa crítica de investigadores con que cuentan esas naciones y el apoyo gubernamental sostenido en el ámbito de la política pública.

Debe mostrarse, en un continente con mayores desigualdades, que la inversión en I&D redunde en soluciones que mejoran la calidad de vida y fortalecen el desarrollo en un sentido amplio.

Esa posibilidad existe: Hay iniciativas en curso y consensos.

En América Latina, aunque existe un discurso que se articula desde la oferta y que busca cubrir todas las áreas del conocimiento, el nivel de masa crítica –como ya se señaló– dificulta un grado de especialización muy alto. Por tanto, es necesario definir áreas prioritarias donde concentrar los esfuerzos de los nodos locales que administran las redes avanzadas, o preguntarse cuáles son.

La política científica vigente en todos los países de América Latina apunta a mantener una base de sustentación en todas las áreas del conocimiento, junto con ciertas apuestas por sectores claves donde los países tienen posibles ventajas comparativas en un entorno globalizado, o responden a necesidades sociales donde hay un consenso articulado, más allá de las opciones políticas de los gobiernos de turno.

En un continente con desigualdades mayores, la inversión en I&D redundante en soluciones que mejoran la calidad de vida y fortalecen el desarrollo en un sentido amplio. Articular un discurso regional en aquellas áreas que aparecen como candidatos naturales a mostrar su impacto en la resolución de desafíos sociales, e introducir un marco donde todos los países puedan cooperar –dadas las similares problemáticas y desde sus diversas fortalezas– en un esquema colaborativo, es crucial, tanto como lo es generar y presentar un discurso coherente y anclado en la realidad que facilite la cooperación con los países desarrollados, desde una posición más igualitaria y centrada en las necesidades detectadas.

Los propios responsables de las redes avanzadas, consultados por las áreas prioritarias o los proyectos que ellas deberían apoyar en América Latina, arribaron a un consenso: salud (telemedicina), educación y cambio climático (y/o desastres naturales). Luego, cultura, en un sentido amplio, y agricultura y/o biotecnología.

Esta identificación de prioridades se alinea con aquellas definidas por los gobiernos de la región (salud, educación), se conecta con miradas de cambios en el patrón de desarrollo productivo (productos naturales orientados a la exportación y/o promesas de la biotecnología, efectos del cambio climático, eficiencia energética), y tiene sentido al recordar el rol del Estado Nación (prevención o mitigación de desastres, mantención de la identidad).

La definición de áreas prioritarias se sustenta en su potencialidad para ser articuladoras de proyectos donde pueden colaborar muchos actores desde sus especificidades; donde es factible dar saltos escalares y no “reinventar la rueda” –lo que otorga un argumento de legitimidad frente a desafíos sociales–, y porque se insertan en el discurso de las políticas públicas:

- ♣ Cambio Global: involucra proyectos como modelamiento del cambio climático, monitoreo y prevención de desastres (por ejemplo, deforestación, fenómeno del Niño y la Niña, entre otros).
- ♣ Salud-Telemedicina: desde sistemas avanzados basados en operaciones remotas, redes de hospitales de I&D, enfermedades regionales, a teleconsulta en comunidades rurales. Las necesidades en la región, en este aspecto, determinan la agenda.

- ♣ Agricultura (Biotecnología-Genómica): enfocada en la protección nacional de las variedades nativas o de alto impacto, como productos naturales (y hasta principios activos) orientados a la exportación. Involucra esfuerzos de decodificación.
- ♣ Educación: entendida como *e-Learning* en el ámbito de la educación superior, debido a la progresiva internacionalización de plataformas y herramientas colaborativas que también cubren la educación técnico-profesional y el sistema secundario.
- ♣ Acervo cultural y conocimiento: en dos dimensiones a) digitalización de las colecciones y acervos culturales, y b) énfasis en la dimensión social del conocimiento (sistemas de acceso a la información nacional e internacional con mecanismos equitativos y modernos).

Un aspecto destacable es que tanto en los países desarrollados, como en América Latina, ya hay proyectos precisos que atienden estas demandas y, también, experiencias sólidas de incorporación de las redes avanzadas como parte de las infraestructuras básicas para la investigación científica y tecnológica.

Más proyectos en estas áreas permitirán que las universidades y los gobiernos y, a su vez, toda la población, pueda observar resultados palpables, aunque sea con miradas de largo plazo, sobre el posicionamiento e importancia de contar con las infraestructuras de redes avanzadas. Son apremiantes, se requiere masa crítica, ofrecen soluciones a largo plazo, y permiten conectarse con la mejor experiencia y avance internacional.

Las redes más sólidas serán aquellas que alineen sus objetivos con la política científica del país.

El diálogo fluido con los responsables de materializar la Sociedad del Conocimiento debe conducir al financiamiento estable de la operación o infraestructura de las redes avanzadas, para que sean las plataformas que viabilicen la I&D de vanguardia.

Resulta claro que para sustentar el apoyo público se necesitan más proyectos que de manera fehaciente demuestren el poder social de la red para resolver problemas extendidos y desafíos de la región. Para las grandes mayorías los gigabits dicen poco; las redes hablan

de manera más elocuente cuando albergan proyectos que fomentan y consolidan la educación superior, modelan el cambio climático, previenen y monitorean desastres naturales, identifican el genoma de las especies nativas y sus aplicaciones, extienden la medicina en todas sus variantes a todas las regiones del país, insertan en el mundo el acervo de su patrimonio cultural, y fomentan el acceso igualitario a la información pública y científica.

Lo que hoy exige la sociedad a sus Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación, es infinitamente más desafiante porque los resultados y productos deben aprobar un nuevo examen: su transferencia efectiva hacia la sociedad bajo la forma de soluciones que mejoren la calidad de vida de las poblaciones que financian esos esfuerzos.

Las redes más sólidas serán aquellas que alineen sus objetivos con la política científica del país. El diálogo fluido con los responsables de materializar la Sociedad del

Conocimiento debe conducir al financiamiento estable de la operación o infraestructura de las redes avanzadas, para que sean las plataformas que viabilicen la I&D de vanguardia.

Vivimos en una región de países dispares. La heterogeneidad institucional con la que trabaja la Dirección de CLARA es real, aunque no es una condición insalvable. De hecho, CLARA opera en el contexto de un continente que se caracteriza por esa heterogeneidad, la que se refleja en las estructuras de numerosas instituciones regionales.

La ausencia de una política específica para las redes avanzadas es, también, la oportunidad para que los organismos regionales adopten un discurso en torno a ellas. En esta coyuntura, emerge la necesidad de consolidar una infraestructura de redes avanzadas como un patrimonio y un bien público regional que debe ser debidamente salvaguardado por los países al asegurar su uso, su perdurabilidad y su impacto en la mejora de la calidad de vida de los habitantes de Latinoamérica.

Hoy, las políticas públicas, en distintos ámbitos, apuntan a un mediano plazo en el que se logre instalar una economía con un fuerte componente de conocimiento que se traduzca en una aceleración del crecimiento económico, sustentable ambientalmente, con mejoras en la calidad de vida para toda la población, con reducciones significativas de las brechas de pobreza y de desigualdades en la distribución del ingreso, y con los consiguientes aumentos de cohesión y equidad social.

Es clave consignar, en este punto, que casi todas las redes avanzadas están gobernadas por instituciones sin fines de lucro, lo que les otorga una flexibilidad y dinamismo muy alto; pero si a ello se sumara un fuerte apoyo público nacional en su membresía y financiamiento, se convertirían en realidades difíciles de revertir (su continuidad y sustentabilidad, y los consecuentes beneficios científicos y sociales, se solventarían sobre una base de sólidos cimientos). La historia muestra que nada está asegurado. Toda conexión debe ser cuidada y mantenida.

## **I. Las redes avanzadas y la Sociedad del Conocimiento**

Las Redes Nacionales de Investigación y Educación (NREN) y sus comunidades de usuarios, estructuran un escenario propicio para el desarrollo de la investigación científica y tecnológica y de los procesos de innovación de los países. Diversas tecnologías, aplicaciones y servicios se han creado y probado en estas redes avanzadas, para luego verse masificadas mediante un proceso de transferencia que es continuo y creciente. El ejemplo más socorrido es la propia *World Wide Web*, pero existen otras tecnologías como el correo electrónico, el intercambio y almacenamiento de archivos, los sistemas de conexión punto-a-punto - P2P (*peer-to-peer*), el uso extensivo de videoconferencias mediante protocolo H.323, y la investigación en web semántica, por citar algunas. Todas estas herramientas tecnológicas que hoy son de uso popular, un día fueron iniciativas pioneras que se probaron en estas redes y luego migraron hacia la Internet comercial.

Pero el fenómeno planetario que significa Internet, y la existencia de una industria consolidada en torno a ella, no amenaza la existencia de las redes avanzadas. De hecho, las comunidades de investigación y educación concentran a los usuarios más demandantes y exigentes de Internet, y para satisfacer sus necesidades es imprescindible contar con infraestructuras poderosas y sólidas, capaces de servir como plataformas para el creación y desarrollo de pruebas y nuevas tecnologías y aplicaciones, ofreciendo garantías de seguridad, calidad y capacidad para la transferencia y almacenamiento de cantidades de datos que se miden en Gigas, Teras y Petabytes. He ahí el ámbito de las redes avanzadas y la justificación del porqué los ISP (*Internet Service Provider*) no pretenden este mercado que requiere de ingentes inversiones y sólo ofrece retornos a largo plazo, diametralmente opuesto al de la prestación de servicios (de Internet comercial) a empresas y usuarios domésticos.

Pero existe una situación de mutua dependencia: las redes avanzadas no pueden existir sin Internet comercial, ya que sobre esta plataforma hay servicios imprescindibles para las comunidades de investigación. A su vez, la Internet comercial depende de las redes avanzadas como su principal fuente de innovación.

Así, desde el punto de vista del diseño de las políticas públicas, y del financiamiento a las infraestructuras habilitantes para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI), es benéfico apoyar el despliegue y fortalecimiento de las redes avanzadas, así como el uso cada vez más masivo de Internet entre la población; dos objetivos políticos de igual importancia, ya que son infraestructuras complementarias y no sustitutas.

Aunque la cobertura de Internet comercial de banda ancha creciera a tasas cercanas al 100%, las comunidades de investigación continuarían demandando la existencia de redes avanzadas, ya que sólo en ellas se despliegan servicios específicos y la banda ancha no se reduce al servicio ADSL, sino que implica velocidades mayores en varios órdenes de magnitud (gigabits), tal como lo experimentan los investigadores que las utilizan como una infraestructura insustituible para sus proyectos.



Hoy, las redes avanzadas son los “laboratorios” donde se prueba la factibilidad real de llegar a los hogares con una tecnología de banda ancha de un giga, que debería ser el estándar de la banda ancha en pocos años más.

En América Latina se verifica, cada vez con más urgencia, la necesidad de crear institucionalidades que permitan a los países integrarse para poder competir en la economía globalizada. Los acuerdos bilaterales de libre comercio y la creación de espacios como Mercosur, NAFTA o el Mercado Común Centro Americano, son ejemplos de la integración que se requiere y que es necesario fortalecer.

Según la OEA, nuestras redes avanzadas constituyen “un instrumento fundamental para impulsar a los países de la región hacia economías competitivas y basadas en el conocimiento (...) al brindar acceso a los recursos científicos y tecnológicos de todo el mundo, y fortalecer importantes actividades sociales y económicas” (OEA, 2005)<sup>3</sup>. Pero a la vez exhiben grandes limitaciones y dificultades; la principal, a juicio de la OEA, es la ausencia de una vinculación estratégica entre disponer de estas redes avanzadas como parte de las infraestructuras de información y el diseño e implementación de políticas, además de la inexistencia de marcos legales apropiados para su creación y mantenimiento.

Sin infraestructuras de redes avanzadas bien soportadas y debidamente socializadas entre sus usuarios, América Latina no tendrá las mismas posibilidades de reducir su tasa de dependencia y generar modelos de desarrollo más autónomos.

A ello se agrega una configuración industrial en el área de las empresas de telecomunicaciones que encarece los precios de las infraestructuras de TIC, en particular las de la banda ancha, y un contingente débil de recursos humanos especializados para su gestión.

Como respuesta, los países de América Latina que cuentan con redes avanzadas, y que son la gran mayoría, han emprendido una estrategia de unificación para poder abordar las problemáticas con una masa crítica que sea una condición de posibilidad. Pero aún se transita por una etapa de afianzamiento, donde un subconjunto de países –Brasil, México, Colombia, Argentina y Chile– han constituido un eje más sólido, “no sólo en lo relativo a la productividad de dichas redes, sino a su ampliación, y al uso y penetración de las TIC en la sociedad en general”.<sup>4</sup>

La experiencia de CLARA es la más importante en este ámbito, ya que posiciona a la red regional avanzada, RedCLARA, como infraestructura única para el desarrollo de las actividades de investigación científica, y obliga a los países a plantearse con claridad cuál será el grado de apoyo político y financiero que están dispuestos a entregar a las entidades nacionales a cargo de su gestión. Tras cinco años de funcionamiento, y numerosos proyectos ejecutados, la pregunta sigue en la mesa.

---

<sup>3</sup> OEA. AG/RES. 2087 (XXXV-O/05). Informe de la Primera Reunión de Ministros y Altas Autoridades de Ciencia y Tecnología (aprobado en la Cuarta Sesión Plenaria, celebrada el 7 de junio de 2005).

<sup>4</sup> OEA. AG/RES. 2087 (XXXV-O/05), óp. cit.

El BID ha definido a las redes avanzadas de América Latina como bienes públicos regionales. Son escasos, pero decisivos, a su juicio, para promover el desarrollo, pero su fortalecimiento se basa en procesos previos como la integración y la cooperación regionales, que contribuyen no sólo al crecimiento económico y a la reducción de la pobreza, sino que también a alisar las disparidades entre países vecinos: “La integración regional es aún más importante para los países con muy pocos habitantes, que deben depender más de los mercados regionales que de los nacionales para sacar provecho de economías de magnitud en lo que se refiere a la industria, la administración pública, y la investigación y el desarrollo”.<sup>5</sup>

Hoy día, América Latina enfrenta desafíos regionales no menores, vinculados con la administración racional de sus ecosistemas, algunos de ellos únicos en el planeta. La desertificación y la merma de la diversidad biológica, por mencionar un par de apremiantes retos, no son susceptibles de abordarse con estrategias nacionales porque la escala del problema es mayor. La contribución que es posible articular desde una infraestructura de las redes avanzadas bien soportada y coordinada entre los países puede marcar la diferencia entre poder abordar los problemas con eficacia y no tener la oportunidad de hacerlo en la dirección correcta por carecer del instrumento adecuado.

Pero la red regional –si se concibe como un “bien público regional”– también es útil en otros rubros donde la acción pública es insustituible. Por ejemplo, permitiría incrementar la cobertura y la eficiencia educacional y sanitaria o el abordaje de problemas supranacionales como los efectos del cambio climático, junto con ser un elemento que podría ayudar a acelerar la integración económica.

Junto con los desafíos hemisféricos, la comunidad de investigadores de América Latina enfrenta otros retos, derivados de un profundo cambio de paradigma en el modo de hacer ciencia. Este cambio, identificado mundialmente bajo el nombre de e-Ciencia, define un nuevo fenómeno ligado con la emergencia de las TIC y el rol de las redes avanzadas.

Bill St. Arnaud, uno de los creadores de la red avanzada canadiense Canarie, señala que “el objetivo último de la e-Ciencia es permitir que los estudiantes y, en último término, el público en general, no sólo sean observadores, sino participantes activos en investigación básica. Los proyectos de e-Ciencia usarán redes de alta velocidad, como la propuesta de Ca\*Net4, discos *wavelength* y redes de fibra comunitaria para interconectar miles de computadoras ubicadas en nuestros colegios en *grids* [mallas] para llevar adelante aplicaciones distribuidas a gran escala en diversos campos de investigación básica”.<sup>6</sup>

A principios de 2000, John Taylor, director general de los “Research Council” de Gran Bretaña, anunció financiamiento para un programa nacional de e-Ciencia. Su definición apunta a la “ciencia a gran escala que progresivamente se llevará a través de la

---

<sup>5</sup> Naciones Unidas, Millenium Project. “Invirtiendo en el desarrollo: un plan práctico para conseguir los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Parte 3. Recomendaciones a la comunidad internacional para apoyar los procesos a nivel de los países, capítulo 15 “Bienes regionales y mundiales”, pág. 266. El capítulo se descarga en: <http://www.unmillenniumproject.org/documents/spanish-chapter15-highres.pdf>.

<sup>6</sup> St. Arnaud, Bill. “All science will soon be e-Science”. En CANet-3 News. 24 de marzo de 2001.

colaboraciones globales distribuidas facilitadas por Internet. Por lo general, una característica de esta empresa científica colaborativa es que requerirá acceso a colecciones de datos muy grandes, recursos de computación de gran escala y visualización de alta calidad para cada científico en particular”.<sup>7</sup>

De estas citas se rescatan algunos conceptos que definen el esfuerzo de la e-Ciencia:

- ♣ Es una aproximación global a los desafíos de investigación que requiere un tipo de redes que no puede ofrecer el sector comercial.
- ♣ Se virtualiza la actividad científica. Gran parte de las prácticas conocidas como “experimentos” requiere procesamiento masivo de datos, muchas veces distribuido.
- ♣ Se acentúa el sentido social de las TIC, entendido como un tipo de red que facilita la entrada del sector educativo y cuyo sueño es materializar una red donde la fibra llegue a todos sin distinción.
- ♣ Es la ciencia a “gran escala”, o también distribuida, donde los expertos se localizan en diversos puntos del mundo y atacan un problema común y a menudo de forma interdisciplinaria.

Se puede discutir si existe e-Ciencia como concepto, o si –al final del día– sigue siendo la misma ciencia e investigación con nuevas herramientas que la vuelven más eficaz. Lo que es cierto es que la escala global justifica la existencia de las redes avanzadas en cada continente, para facilitar la interconexión con sus pares en el mundo, ya que la tendencia que prevalece en el actual paradigma científico es la integración y el impulso a las redes mundiales de cooperación para aprovechar los recursos humanos esparcidos por todo el planeta.

Si bien hasta ahora esa especie de descentralización de la ciencia ha beneficiado a los países desarrollados, que son los que deciden los temas a investigar, la disponibilidad de infraestructuras habilitantes, como las redes avanzadas, unida a las capacidades del capital humano avanzado que hay en América Latina y a las urgencias sociales y económicas a los que la ciencia puede dar respuesta, configuran un escenario complejo pero propicio para dar saltos escalares en la región, siempre y cuando exista un adecuado equilibrio entre incentivos y oportunidades y capacidad de articular esfuerzos en macro-proyectos que exhiban resultados contundentes.

¿Pero a qué nos enfrentamos?

Conviene retomar el objetivo primordial de las redes avanzadas junto con recuperar los conceptos básicos de “investigación básica”, “investigación aplicada” y “desarrollo

---

<sup>7</sup> “News from the e-Science Programme”. En: <http://www.rcuk.ac.uk/escience/news/firstphase.htm>.

experimental". La investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o uso determinado. La investigación aplicada también se basa en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida hacia un objetivo práctico específico. Por último, el desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica, y se dirige a producir nuevos materiales, productos o dispositivos; a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes.<sup>8</sup>

Hoy, el esfuerzo de I&D, en la práctica de "laboratorio", puede contener los tres elementos y en muchas áreas suele hacerlo. Incluso, desde la investigación aplicada se debe recurrir en algunos momentos a la investigación básica, y las líneas de demarcación no son estrictas.

El primer elemento a tomar en cuenta, dado que observamos que las redes avanzadas operan casi como laboratorios de transferencia, es colocar en perspectiva a la I&D respecto de la innovación. Para ello, el Manual de Frascati precisa que "las actividades de innovación tecnológica son el conjunto de etapas científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales, incluyendo las inversiones en nuevos conocimientos, que llevan o que intentan llevar a la implementación de productos y de procesos nuevos o mejorados. **La I&D no es más que una de estas actividades** y puede ser llevada a cabo en diferentes fases del proceso de innovación, al ser utilizada no sólo como la fuente de ideas creadoras, sino también para resolver los problemas que pueden surgir en cualquier fase hasta su culminación".<sup>9</sup>

Una estrategia nacional de innovación debe considerar las infraestructuras de redes avanzadas como puntos de conexión entre el ámbito de la I&D y la innovación. La comprensión de que no existe un modelo lineal, entrega oportunidades inéditas para la colaboración en redes.

De esta forma, en los procesos de innovación, la I&D puede darse al inicio o al final de los mismos, o en el momento en que surgen preguntas de investigación. En otras palabras, no es un proceso lineal que asume que primero debe haber investigación básica, luego aplicada, y luego desarrollo experimental para después comenzar las actividades de innovación en el mercado.

Ello implica afirmar que una estrategia nacional de innovación debe considerar las infraestructuras de redes avanzadas como puntos de conexión entre el ámbito de la I&D y la innovación. Al no existir linealidad, la interacción entre las demandas del mercado y las respuestas que trabaja la comunidad de investigación, puede ser más fluida. Inclusive, en muchos países desarrollados los candidatos naturales a interconectarse provienen de

---

<sup>8</sup> OCDE (2002). *Manual de Frascati. Propuesta de normas prácticas para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*, párrafo 64. OCDE, París.

<sup>9</sup> OCDE (2002). *Manual de Frascati*. Óp. cit., párrafo 21 (subrayado del autor).

laboratorios de I&D de empresas u hospitales que realizan investigación, su necesidad de conexión se funda en la importancia de trabajar en forma colaborativa.

La ciencia siempre ha sido, en cierta medida, globalizada, pero las redes avanzadas viabilizan este cambio de paradigma y, a la vez, son las infraestructuras que demanda la comunidad para participar más activamente de este esfuerzo colaborativo o, simplemente, para tener acceso a los avances de países de mayor desarrollo relativo. Ello no constituye una novedad en el mundo académico. Lo que sí resalta es que este proceso también se verifica en la industria.

Es cada vez más común la realización de I&D en el “extranjero” por parte de las empresas que llevan la mayor parte del esfuerzo en esta área. Y los factores son bien conocidos: calidad del personal de I&D, acceso a I&D pública y de universidades y calidad de las infraestructuras, entre ellas, las redes avanzadas. Un elemento adicional es que los países europeos y Estados Unidos, comienzan a arriesgar inversiones en I&D en naciones en desarrollo, dada la expansión de estos mercados.

En América Latina, las redes avanzadas aún permanecen en la frontera de la vinculación investigación-docencia, en la apropiación tecnocultural de las TIC tanto en el entorno interno (comunidad universitaria) como en el externo (comunidad en general), y en el desarrollo de la competitividad de los países de la región en la economía mundial. Esta fase embrionaria abre una ventana de oportunidad para los procesos de modernización de los sistemas nacionales de CTI, a partir de un hecho cierto: América Latina ya dispone de una infraestructura de redes avanzadas interconectadas entre sí y con las principales redes de América del Norte, Europa y Asia. Lo que falta es incorporarla al diseño de políticas públicas que las posicionen en un lugar visible dentro del sistema de CTI y le den soporte financiero y sustentabilidad en el tiempo.

## II. Las redes avanzadas en Europa

Europa ofrece el caso más paradigmático de la construcción y gestión de una suprarred avanzada de última generación, que hoy día se despliega en 33 países y coordina a 36 redes avanzadas nacionales.

La coordinación operacional y de gestión recae en DANTE (Delivery of Advanced Network Technology to Europe), entidad que planifica, construye y opera la red avanzada pan-europea GÉANT, que interconecta a todas las NREN de la región (ver Figura 1). DANTE es propiedad de las redes avanzadas europeas y trabaja en conjunto con la Comisión Europea.

Por su parte, la Trans-European Research and Education Networking Association, TERENA, se encarga del aspecto técnico de la operación de la red a escala continental. TERENA es, ante todo, una organización de colaboración. Su principal negocio es reunir a los directivos, especialistas técnicos y otros miembros de las redes avanzadas nacionales con sus homólogos de otros países de Europa para compartir conocimientos y experiencias acumuladas por cientos de profesionales en dicho ámbito, en el entendido de que el desarrollo y progreso de la tecnología de Internet, la infraestructura y los servicios, ha sido una tarea desempeñada por la comunidad de investigadores desde los albores de la red de redes. En Europa, el liderazgo es posible gracias a la colaboración de ingenieros de redes, facilitada y apoyada por dicha entidad.

En la tecnología de las redes avanzadas europeas, se impone el uso de redes ópticas (WDM), con troncales (*backbones*) que alcanzan diez a 40 gigabits, y se espera una multiplicación importante en los próximos dos años. De manera persistente, las redes avanzadas buscan aumentar su porcentaje o incursionar en la propiedad de fibra oscura para que la actualización de las velocidades, a partir de los avances en la tecnología, sea una decisión de las mismas redes.

Al mirar las redes avanzadas por país, se advierten numerosas diferencias, desde el punto de vista de su tamaño, estructura, presupuesto, mecanismos de financiamiento, equipos de trabajo y servicios que entregan a sus usuarios finales. No obstante, comparten una característica básica: están bien posicionadas en sus respectivos países y persiguen los mismos objetivos.

Desde el punto de vista de su estructura institucional, por lo general son organismos privados sin fines de lucro, lo que les otorga una independencia relativa del gobierno de turno y una flexibilidad mayor a la hora de su administración (contratación de personas, definición de servicios). Pero mantienen una relación indirecta con el gobierno, ya sea porque participan miembros de este último en su Consejo de Administración o Directorio, o representantes de grandes universidades estatales y centros de investigación públicos. Ello permite que algunas prioridades de política científica se reflejen en la visión y en las acciones, lo que asegura una coherencia con el sistema nacional de innovación.

**Redes avanzadas en América Latina:  
Infraestructuras para el desarrollo regional en ciencia, tecnología e innovación**

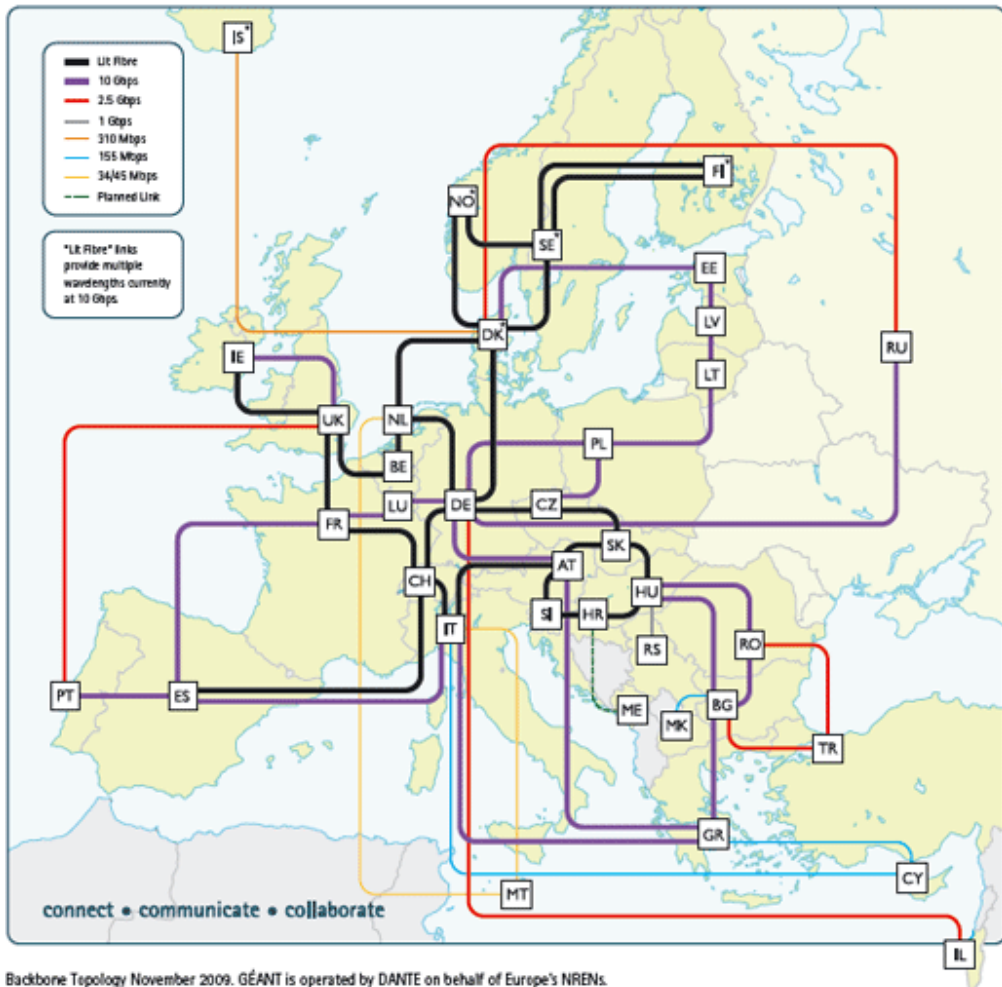


Figura 1: Topología de la troncal de GÉANT, noviembre de 2009 (ver original en: <http://www.geant.net/Network/NetworkTopology/pages/home.aspx>).

Los usuarios naturales de las redes avanzadas son las universidades e institutos de investigación. La fuerza radica en la membresía del mayor número de instituciones. Esto último es una piedra fundamental porque en la medida que no cuentan con una política sólida de membresía, la expansión hacia otros frentes se pone en entredicho.

Por lo general, las NREN europeas están constituidas como organismos privados sin fines de lucro y con fuerte apoyo y financiamiento estatal, basado en planes específicos de acción y logro, con una membresía extensiva e incluyente.

En parte, la cobertura de servicios a otros usuarios responde a políticas internas de la red como a mandatos del mismo gobierno. Por ejemplo, la conexión de hospitales públicos que realizan investigación, puede ser un mandato; mientras que la conexión de

colegios primarios o secundarios, se efectúa mediante otras redes destinadas específicamente a este fin.

Es evidente que el gobierno desempeña un rol preponderante en el financiamiento de la estructura básica de la red (el equipo central y la actualización y mantención de la troncal). Para ello se realizan planes anuales (dos a cinco años) que incluyen contratos de desempeño con políticas de servicio, tecnologías y servicios a ofrecer, entre otros aspectos. Este esquema se combina con el co-financiamiento de los usuarios en dos dimensiones: cuotas permanentes de membresía (distribuidas según el ancho de banda que demanden) y los proyectos especiales de investigación que se viabilizan con otros fondos. Es decir, proyectos específicos de aplicaciones o servicios con fondos concursables (estatales, privados o de la misma institución).

Un análisis de los modelos de financiamiento hecho por SERENATE<sup>10</sup> arroja que el más apropiado es el centralizado en tres casos:

- ♣ Cuando la red avanzada está en una fase inicial. El financiamiento centralizado implica una toma de decisiones vertical y rápida, útil para esta fase de despliegue.
- ♣ Este tipo de financiamiento también es preferido para las redes avanzadas localizadas en países con menor grado de desarrollo relativo o donde los fondos que se destinan a la investigación o a la educación tienen costos de oportunidad no despreciables para corregir desequilibrios o disparidades.
- ♣ Por último, el financiamiento centralizado también puede ser apropiado para probar nuevas tecnologías y desarrollar nuevos servicios que no implicarán retornos monetarios en el corto plazo para las instituciones.

Fórmulas de financiamiento solventado por los propios miembros, modeladas a partir de los requerimientos de las instituciones participantes en las redes avanzadas, su tamaño o el uso actual que le dan a la infraestructura (o una combinación de todos esos criterios) tienen la ventaja de proporcionar fuertes incentivos para mantener ajustados los servicios que ofrecen las redes a las actuales necesidades de los usuarios.

“En la práctica, hay grandes diferencias entre los países en la forma en que se financian los niveles nacionales e internacionales de las redes de investigación, la que varía entre una total financiación central al autofinanciamiento (vía las propias instituciones conectadas). La solución óptima depende de las circunstancias nacionales. La gran mayoría de los países tiene un sistema mixto, que puede funcionar bien si las inversiones con retornos a largo plazo están financiadas centralizadamente y algunos de los servicios cuyos

---

<sup>10</sup> SERENATE fue un proyecto iniciado en mayo de 2002 y concluido en diciembre de 2003, cuyo objetivo fue emprender estudios estratégicos que apuntaban a proporcionar insumos a la Comisión Europea para iniciativas que mantuvieran a las redes avanzadas europeas en la frontera de los desarrollos mundiales. Ver <http://www.serenate.org/>



costos se pueden relacionar de forma directa con las instituciones vinculadas los financian ellas mismas”.<sup>11</sup>

Este modelo de financiamiento mixto también se aplica para GÉANT, la supra-red pan-europea que se financia parcialmente con aportes de la Comisión Europea, pero la mayor parte de los costos son solventados con contribuciones nacionales, sobre la base de un algoritmo consensuado por las redes avanzadas participantes y que puede actualizarse cuando sea necesario.

Uno de los efectos del algoritmo elegido ha sido alisar las grandes diferencias que existen en los costos de los servicios de Internet en los distintos países. Con todo, este modelo de distribución de los costos puede no ser lo suficientemente robusto para cubrir los gastos que ocasionan las nuevas aplicaciones, que generan gran cantidad de tráfico entre pocos lugares, y se advierte la necesidad de pensar otras opciones financieras para cubrir esas formas de uso de la red, que son, a la postre, las que apuntan al objetivo final: mover la frontera de lo posible.

La convergencia tecnológica también incide en una oferta más homogénea de servicios. Aunque cada red avanzada posee particularidades, hay patrones comunes.

La función de monitoreo de la red es permanente, aunque se realice, en algunos casos, mediante subcontratos. Los equipos locales son o forman parte de estructuras de respuestas a incidentes que, en forma colaborativa, determinan desde fallas en la red hasta ataques maliciosos.

Donde se diversifican los servicios es en el área de políticas de Calidad de Servicio (QoS – *Quality of Service*) orientadas a proyectos específicos que la recomiendan.

Mayor diversidad también existe en la provisión de servicios de identificación y autenticación para determinadas aplicaciones. Ello responde a que la autenticación no es un servicio internacionalmente estandarizado. A fin de cuentas, su implementación dependerá de la estructura de servicios que ofrece la misma red y sus mandatos.

Por ello, es factible señalar que lo que comienza a ser estándar es la prestación de dos servicios:

- ♣ Videoconferencia: No hay red que no la ofrezca, ya sea porque cuenta con el equipamiento en sus dependencias o ha alcanzando acuerdos de uso compartido con otras entidades. Por lo general, ofrecen servicios desde H.323 de alta calidad hasta plataformas para la comunicación simultánea de usuarios desde el PC.
- ♣ Apoyo a mallas computacionales (*grid*): Como en el caso anterior, ya sea porque facilita el uso de las mallas que necesitan de estas redes o porque en su estructura contemplan servicios para las diversas mallas en forma de *middleware*.

---

<sup>11</sup> Summary Report on the SERENATE Studies. D21, “Networks for Knowledge and Innovation”, págs. 12 y 13.

Aplicaciones como éstas, más la tendencia a acceso remoto a servicios de alto costo y repositorios de información académicos, impulsarán una homogenización de autenticación, aunque tome su tiempo. Más dudosa parece ser la permanencia de una política de *mirror* o albergue (*hosting*). A mayor conectividad a lo largo del país e internacionalmente, el acceso distribuido tiende a solidificarse.

Finalmente, las redes avanzadas cumplen un rol fundamental en áreas donde producen sinergias. La mayoría realiza, a lo menos, un encuentro anual de tendencias de las redes de alta velocidad, nuevas tecnologías y servicios, así como espacios de articulación de demandas del mundo de la investigación hacia las redes. También son facilitadores y a veces negociadores colectivos de enlaces para sus socios, con lo cual se consiguen importantes economías de escala.

#### **Los servicios de una red avanzada**

Existe un conjunto de servicios que comienzan a ser estándar en una red avanzada:

##### **Redes:**

- ♣ Tecnología de WDM en sus troncales que permiten altas velocidades.
- ♣ Circuitos virtuales para proyectos de investigación.
- ♣ Adquisición conjunta o asesoría en enlaces de acuerdo con los requerimientos de la comunidad.
- ♣ IP tradicional (IPv4) e IPv6.
- ♣ Red con *multicast* (multidifusión).
- ♣ Monitoreo permanente del estado de la red.
- ♣ Planificación de actualizaciones (*upgrades*).

##### **Servicios:**

- ♣ Respuesta a incidentes.
- ♣ Servicios de videoconferencia.
- ♣ Certificación: canales seguros de comunicación en los servidores Internet (web y de otro tipo), lo que ofrece la posibilidad de emplear certificados automáticamente reconocidos por los clientes (navegadores, lectores de correo, etc.).
- ♣ Autenticación: infraestructura de clave pública.
- ♣ Autorización: Similar a Shibboleth. Permite acceder a recursos federados.
- ♣ Movilidad: acceso a la red para usuarios móviles (en Europa).
- ♣ Telefonía sobre IP (en algunos países).

##### **Colaboración:**

- ♣ Servicio de mallas en la red o facilidades para que se realice este potencial a través de la red óptica.
- ♣ Cooperación con investigadores para determinar la viabilidad técnica de sus proyectos.
- ♣ Captación de recursos vía fondos concursables para proyectos que usan la red.
- ♣ Conectividad internacional.

## 2.1 LAS FORTALEZAS DEL MODELO EUROPEO

En Europa ha resultado crucial el apoyo político y la subvención pública, ya que se advierte que el desarrollo de las redes avanzadas es un campo de intervención del gobierno.

Resulta claro que la provisión de servicios de las redes avanzadas no es una materia que deba dejarse enteramente en manos del mercado. Hacerlo implica aceptar que habrá un desarrollo más lento y dificultoso de las mismas. “El desarrollo y despliegue de servicios de investigación en red han sido más rápidos y exitosos en aquellos países donde las autoridades nacionales se han dado cuenta de su responsabilidad en una etapa temprana. Aquellos países donde los gobiernos también aquilataron con rapidez el potencial económico de las redes de investigación, han sido aún más exitosos, ya que ellos pudieron combinar la educación y las políticas de investigación con la política industrial”.<sup>12</sup>

Con todo, las organizaciones que administran las redes avanzadas y sus comunidades de usuarios necesitan mantener a los tomadores de decisiones informados de manera suficiente y periódica acerca de las metas alcanzadas por las redes avanzadas y los requerimientos y oportunidades que emergen de su propio accionar.

Hay características distintivas del modelo europeo que sirven como referencia para América Latina: el apoyo explícito de las agencias públicas, esquemas mixtos de financiamiento, e inserción en las políticas científicas y de I&D.

Es decir, cuidar su propia visibilidad en la agenda política es uno de los deberes de supervivencia de las redes avanzadas, junto con fortalecer su identidad como instituciones con un nivel de experiencia y de especificidad en su gestión que no es sustituible.

Como recuerda John Dyer, al analizar la red paneuropea: “La NREN es casi siempre una organización sin fines de lucro, con una parte de su personal que es miembro o está muy estrechamente ligado con la comunidad de investigación y educación. Muchos equipos de las NREN se sienten orgullosos de ser parte de la comunidad a la que sirven y están altamente motivados por la positiva manera en que su labor aporta beneficios que apoyan los avances académicos. Hay un sentimiento de pertenencia en las NREN que es uno de los principales impulsores de su éxito. Es poco probable que ese sentimiento pudiese existir si el desarrollo de las NREN quedara en manos de organizaciones comercialmente motivadas”.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Summary Report on the SERENATE Studies. D21, “Networks for Knowledge and Innovation”, pág. 15 (traducción de los consultores).

<sup>13</sup> Dyer, John (2009). “The case for National Research and Education Networks”, TERENA. El documento se descarga en: <http://www.terena.org/publications/files/20090127-case-for-nrens.pdf>

## **2.2 LA CONTRIBUCIÓN DE LAS REDES AVANZADAS**

Sobre las redes avanzadas europeas se despliegan múltiples proyectos de investigación. Dos son los sellos que distinguen a la mayoría: son iniciativas intensivas en el uso de servicios y aplicaciones de red y son colaborativas, ya que en ellas participan numerosas instituciones nacionales y extranjeras.

El proyecto EGEE (Enabling Grids for E-science) es paradigmático en tal sentido. Es una iniciativa financiada por el 7º Programa Marco de I&D de la Unión Europea en el que participan más de 120 centros localizados en 52 países de Europa y Asia Pacífico, coordinados por la Organización Europea para la Energía Nuclear (CERN), y que ha logrado establecer la mayor infraestructura de computación distribuida (malla - *grid*), en operación las 24 horas del día y los siete días de la semana.<sup>14</sup>

Esta red informática, con más de 70 mil procesadores y unos 20 petabits (20 millones de gigabits) de capacidad de almacenamiento disponible, es una infraestructura de apoyo para investigaciones en campos tan diversos como la física de altas energías, las ciencias de la vida, las finanzas, la geofísica y los contenidos multimedia. Uno de sus objetivos es que los recursos distribuidos se puedan usar en forma colaborativa y coordinada para la ejecución compartida de aplicaciones entre las diferentes organizaciones académicas y de investigación.

EGEE vive su tercera fase (EGEE III), tras el despliegue de la infraestructura en las dos anteriores, hoy busca expandirla y optimizarla, junto con migrar desde un modelo basado en una comunidad de uso hacia otro que consiste en una federación de infraestructuras nacionales de mallas grid.

Los más de 7 mil 500 usuarios envían a ella unos 150 mil trabajos al día, en campos como arqueología, astrofísica, dinámica de fluidos, física de altas energías, fusión, ciencias de la vida o de los materiales. Además, hay varias solicitudes de los sectores empresariales que se ejecutan en la malla de EGEE, como aplicaciones de geofísica y de la industria del plástico.

El sitio web GridGuide, perteneciente a GridTalk, muestra la cara humana de la red informática y alienta a los visitantes a explorar un mapa interactivo del mundo al visitar una muestra de los miles de institutos científicos que participan en proyectos de la red informática.

Los países que disponen de redes avanzadas pueden, además, utilizar la fibra oscura. Es decir, ocupar aquellos canales de fibra óptica en desuso, debido a que las redes se planifican sobredimensionando su capacidad para no tener que hacer costosas inversiones posteriores, cuando se requiere aumentar el ancho de banda. Un ejemplo del uso de fibra oscura es el proyecto JANET-Aurora, que se ejecuta en el Reino Unido desde

---

<sup>14</sup> EGEE-III. Ver: <http://www.rediris.es/proyectos/egee-iii/>

2006. Su red de fibra oscura funciona como apoyo a la investigación de redes ópticas, e interconecta a los grupos dedicados pertenecientes a las universidades de Cambridge, Essex y la University College London. Gracias a la conexión es posible que la investigación se realice sin las limitaciones de una red en producción.

JANET proporciona acceso a lugares intermedios a lo largo de la ruta de la fibra, lo que permite probar equipos e infraestructura de avanzada en condiciones operativas reales. También dispone del servicio JANET Lightpath que permite traspasar en tiempo real grandes volúmenes de archivos, junto con el control y la visualización remota. El servicio lo utilizan los centros astronómicos e informáticos. En el caso de la astronomía, el servicio se ha usado en el proyecto e-VLBI, que permite a telescopios ubicados en diferentes partes del mundo poder observar una misma región del cielo: los datos se correlacionan y se alinean gracias a un procesador central de datos. Como ejemplo, e-VLBI logró realizar trasposos y correlación de datos en tiempo real entre China, Australia y Europa.

También son usuarios de JANET-Aurora los físicos que trabajan en el Gran Colisionador de Hadrones (Large Hadron Collider, LHC) y experimentan con el transporte de grandes cantidades de datos como parte de los “problemas de servicio” que ponen a prueba la infraestructura de procesamiento de datos de la LCG (LHC Computing Grid). Estas pruebas tratan de comprobar que el LCG será capaz de enfrentar la gran cantidad de datos experimentales que se producirán cuando el Gran Colisionador vuelva a operar en un futuro próximo.

Para aprovechar las tecnologías inalámbricas, TERENA ha ejecutado desde 2003 el proyecto EDUROAM, que hoy está en operaciones. Este consiste en un servicio de acceso seguro a la red para usuarios móviles y que engloba a un amplio grupo de redes educativas y de investigación. Según una política de uso y una serie de requerimientos tecnológicos y funcionales, EDUROAM permite que sus usuarios puedan desplazarse entre las redes, disponiendo en todo momento de acceso a la red. Es decir, cuentan con conectividad inalámbrica permanente y un entorno de trabajo virtual con conexión a Internet, acceso a servicios y recursos de su organización de origen, así como acceso a servicios y recursos de la organización que en ese momento les acoge. Extramuros del espacio común de movilidad europeo, hay una iniciativa similar en Asia-Pacífico desplegada sobre la red avanzada APAN.

A escala del usuario final, contar con un mecanismo único de autenticación implica ahorros no despreciables de tiempo en el acceso a los recursos de su institución, con independencia del lugar en que la persona se encuentre.

Otras iniciativas tienen como espacio de despliegue el propio país, como sucede con el proyecto “Televisión en Internet, IPTV”, ejecutado sobre la red avanzada JANET y financiado por Higher Education Funding Council for England (HEFCE), a través del Joint Information Systems Committee (JISC). El proyecto alberga tecnologías que permiten a los campus universitarios ser usuarios, a través de una red IP, de servicios de televisión de alta definición. Los miembros de los campus pueden ver TV a través de su computador personal sin necesidad de estar conectados. La red IP reemplaza a la televisión tradicional.

La flexibilidad del uso de una red IP para entregar servicios de televisión implica que los usuarios se benefician de una mayor interactividad y de la posibilidad de tener una suerte de “menú” a la hora de elegir algún programa de TV.

El contenido del canal de televisión –con los derechos de autor debidamente resguardados– es emitido por JANET, que dispone de una capacidad de fibra que llega a los 40Gbps, usando multidifusión, por lo que no se requiere de *hardware* en el sitio para recibir señales de televisión (es decir, sin antenas, receptores o servidores). Los estudiantes que desean ver los programas simplemente necesitan descargar un *software* cliente para instalar en su PC. Esta configuración tiene varias ventajas técnicas y prácticas sobre una solución basada en un servidor local.

En general, es cada vez más común el uso de redes de datos para proporcionar servicios como IPTV y voz, lo que elimina la necesidad de separar las redes de telefonía y televisión. En el caso de este proyecto, JANET ha experimentado un aumento significativo de los sitios conectados (campus universitarios) que usan las tecnologías IPTV. Varios ya entregan servicios de IPTV para residencias estudiantiles y campus, lo que implica un medio más flexible en comparación con el que ofrece el uso tradicional de la televisión. También ha servido para que estudiantes de las áreas de comunicación muestren sus proyectos a la comunidad a través de esta red.

Este avance ha significado que la propia BBC explore tecnologías de multidifusión: enviar una señal a puntos distribuidos de la red, desde donde varios se conectan, en lugar de emitir numerosas señales desde una única fuente.

Desde el otro lado del Atlántico, hay múltiples experiencias que validan la utilidad y el impacto de las redes avanzadas para la I&D. Un ejemplo son los programas de música transmitidos mediante videoconferencias interactivas por Internet2, la red avanzada de Estados Unidos. La iniciativa, que data de 1998, consiste en la transmisión de lecciones y programas a distancia de educación musical emitidos por medio de videoconferencias interactivas, realizadas desde uno de los conservatorios más importantes de Estados Unidos, la Manhattan School of Music, y la primera institución en experimentar desde 1996 con educación musical a distancia vía videoconferencia.

Este innovador programa de educación musical basado en una metodología de enseñanza interactiva es el primero en su tipo. Con videoconferencia (H.320 por ISDN o H.323 por IP) se puede conectar a estudiantes, educadores y distinguidos artistas distribuidos en todo el mundo, y conseguir importantes intercambios de aprendizaje. Año tras año participan más de mil 700 estudiantes ubicados desde Albuquerque hasta Nueva Zelanda.

Las distintas presentaciones se adaptan a las necesidades de las escuelas, dependiendo de la edad de los escolares, las necesidades de estudio o de requisitos específicos para la interpretación musical.

Por último, existe la posibilidad de intercambio entre pares asociados de instituciones de educación superior de todo el mundo, para la realización de clases magistrales de instrumentos musicales y audiciones, entre otros.

En el área del manejo remoto de instrumentación sofisticada destaca el proyecto "Robot Da Vinci" iniciado en 1999 por el Center for Surgical Innovation (CSI) de la Universidad de Cincinnati, en Estados Unidos.

Da Vinci es un sistema quirúrgico de intervenciones robóticas diseñado para realizar cirugías mínimamente invasivas. El robot fue creado por el CSI, líder en robots quirúrgicos. Su nombre es un homenaje al artista Leonardo Da Vinci, quien construyó el primer robot hace más de 500 años.

Consta de dos módulos, el brazo y el terminal de control. El brazo robotizado permite intervenir mediante laparoscopia a un paciente mientras que el terminal de control permite al cirujano realizar la intervención.

Gracias a un sistema informático integrado en esa terminal, el cirujano puede operar en áreas muy pequeñas del cuerpo, realizar incisiones precisas y eliminar posibles movimientos involuntarios. Dos de los cuatro brazos robóticos llevan cámaras de alta resolución que se introducen en orificios de apenas unos milímetros, lo que da al cirujano una visión 3D de la zona a intervenir. Los otros dos brazos permiten manipular el entorno mediante infinidad de pinzas diferentes, similares a las empleadas en operaciones de laparoscopia tradicional.

La importancia que tiene la red avanzada en este adelanto tecnológico consistiría en el desarrollo de la tele-cirugía remota; es decir, permitiría que un cirujano pueda conectarse y operar a un paciente ubicado a miles de kilómetros. Hay algunos experimentos en tal sentido como el realizado en abril de 2005, durante el American Telemedicine Association Meeting: una nefrectomía a un cerdo ubicado en Sunnyvale, California, desde el Centro de Convenciones de Denver, a 900 millas de distancia. Los resultados de esa intervención y de otras investigaciones conducían siempre a la imposibilidad de reducir el tiempo transcurrido entre la acción efectuada sobre el paciente situado remotamente y el retorno de la imagen a la correspondiente consola robótica donde se localizaba el cirujano. Sólo a través de las redes avanzadas era factible obtener los tiempos de respuesta y calidad de imagen necesarios para este desafío.

Aunque la robustez de la red sigue siendo una preocupación principal para el futuro uso clínico de este sistema de tele-cirugía, Internet2 podría proporcionar capacidad –desde el punto de vista de la fidelidad de la imagen, disminución de la latencia, y de pérdida de paquetes– para el uso clínico en régimen, pero esas oportunidades aún están en una etapa de discusión.

Por la gran utilidad que se le ve en un futuro cercano, investigaciones de tele-cirugía remota han sido fomentadas y auspiciadas por la NASA y por la Secretaría de Defensa de Estados Unidos. Estos dos organismos advierten grandes ventajas en su uso. Por ejemplo, ayudar a astronautas en situaciones de emergencia producidas durante las misiones espaciales, si se toma en cuenta los costos de evacuar a los tripulantes a la Tierra. Otro uso es el campo de batalla: la gran mayoría de los soldados heridos muere a causa de hemorragias secundarias. Poder detenerlas de forma remota con el robot Da Vinci sería de gran utilidad.

De la microscopía del cuerpo humano a la macroscopía de los fenómenos naturales, las redes avanzadas también tienen un rol que desempeñar en uno de los problemas más acuciantes de nuestra época: el cambio climático. La Florida International University, FIU, de Estados Unidos, en conjunto con la Universidad Federal Fluminense y la Universidad Católica de Santos, ambas de Brasil, participan en el Centro Internacional de Investigación de Huracanes, iniciado en 1997 y hoy en funcionamiento. Este es un centro multidisciplinario dirigido a mitigar los daños que provocan los huracanes en las personas, sus bienes, las construcciones y los ambientes naturales.

Según el Centro, las pérdidas económicas tras un huracán son altas: el 40 por ciento de las empresas pequeñas y medianas pueden cerrar en un plazo de 36 meses si se ven obligadas a suspender sus operaciones por algunos días después de un huracán de proporciones.

El centro cuenta con cuatro laboratorios de investigación, Laboratory for Coastal Research, que evalúan la vulnerabilidad de zonas costeras, específicamente la erosión de las playas y las tormentas mediante el uso de la tecnología de láser aerotransportado y de animación por computador. Algunas de sus investigaciones son, por ejemplo, el modelamiento de mareas, la elevación del nivel del mar y mapas de erosión en la costa.

Para llevar a cabo sus proyectos de investigación, el Centro ocupa un *software* de modelamiento en malla computacional para predecir el tiempo: el Weather Research and Forecasting (WRF). Es intensivo computacionalmente y necesita conocimientos interdisciplinarios. El modelo de predicción para huracanes también es una aplicación distribuida multiplataforma, lo que acelera los resultados. Lo importante es que la decisión de usar mallas computacionales para el modelamiento se adoptó debido a la necesidad de lograr tiempos de respuesta adecuados para el fenómeno bajo estudio.

El Centro ha conseguido financiamiento por tres años (2006-2009) para profundizar aspectos del modelamiento en malla, pero sobre todo para sustentar una ciberinfraestructura basada en redes avanzadas que sea transparente para los usuarios finales, debido a que la investigación que se ejecuta es un esfuerzo cooperativo global.

## **2.3 LA VOCACIÓN GLOBAL**

En Europa, DANTE no sólo se encarga de la gestión de la red europea, sino que también ha expandido su área de competencia hacia otras regiones geográficas mediante la interconexión de su red avanzada GÉANT con otras infraestructuras.

En América Latina, el proyecto ALICE, financiado con fondos del Programa VI Marco, permitió interconectar en 2004 a las redes avanzadas locales con sus pares europeas.



A la vez, DANTE ha ejecutado proyectos de similar envergadura con otras regiones como el Mediterráneo (EUMMEDCONNECT), y con Asia Pacífico a través de TEIN2 (Trans-Eurasia Information Network), la primera red de gran escala que conecta a diez países de la región y proporciona conectividad directa a la red europea GÉANT.

Hoy ya está en marcha TEIN3 que recibió MM 12 millones de la Unión Europea con aportes sustanciales de sus contrapartes asiáticas. Esta red que opera a 2,5 Gbps responde a una política inclusiva, ya que países como Japón y Corea poseen infraestructuras más sólidas que Vietnam o Tailandia, por ejemplo. No obstante, promueve la cooperación internacional y regional mediante un acceso igualitario a recursos avanzados.

Un ejemplo de que la disparidad tecnológica entre países puede no ser un obstáculo, sino que un aliciente lo entrega el proyecto “Laboratorio de investigación y educación en Internet (intERLab)”, ejecutado por la Université Pierre et Marie Curie en Francia y con contrapartes en Japón y Camboya. Este apoya un sistema de *e-learning* formado por dos modalidades, “aula virtual de aprendizaje” y “clases virtuales a pedido”, para estudiantes de Medicina.

La configuración de red que usa el proyecto presenta un auténtico desafío técnico, ya que es una combinación de una red de alta velocidad (Renater-GEANT2), que conecta a Francia con Japón, mediante el uso de tecnologías avanzadas (IPv6, multimedia e Internet móvil o inalámbrico) con una conexión satelital de relativamente baja velocidad entre Japón y Camboya gracias a la participación de la red Asian Internet Interconnection, AI3 ([www.ai3.net](http://www.ai3.net)).

Esta configuración se usa para entregar en forma simultánea contenidos multimediales enriquecidos desde la Université Pierre et Marie Curie mediante DVTS (Digital Video Transport System) en formato VDO sin comprimir, a sitios con enlaces Gigabit mientras se realiza en tiempo real la compresión para baja velocidad dirigida a la Université Health Sciences en Camboya. Allí, en el “aula virtual” los estudiantes y profesores participan en conversaciones en vivo a través de video-audio, al tiempo que trabajan con aplicaciones de colaboración sincrónica para chatear, o utilizan la tecnología VoIP.

La modalidad “clase virtual a pedido” permite que los estudiantes trabajen vía computador con recursos de aprendizaje a distancia sin necesidad de estar conectados al mismo tiempo que sus profesores.

En Japón, el Asian Institute of Technology (AIT) está a cargo de los procedimientos operativos, de supervisión de red y de medición de desempeño. También coordina la plataforma de *e-Learning*.

Otro proyecto similar, esta vez sobre la red avanzada TEIN2, es “educación quirúrgica remota en Asia Pacífico sobre redes avanzadas: Entrenamiento médico y educación a distancia”, iniciado en 2003 y hoy en funcionamiento. En él participan como instituciones principales el Hospital de la Universidad de Kyushu (Japón) y el Seoul National University Bundang Hospital (Corea) y cuenta con instituciones asociadas en Asia (China, Vietnam, Tailandia, Pakistán, India), Europa (España, Italia, Noruega, Grecia, Alemania),

América (Estados Unidos, Canadá, Brasil), África (Egipto, Sudáfrica) y el apoyo del European Institute for Tele-surgical Training. En total, hay 94 instituciones participantes.

Basándose en la telemedicina, la iniciativa permite que cirujanos experimentados enseñen técnicas médicas de cirugías mínimamente invasivas a estudiantes de medicina localizados en distintos lugares de Asia-Pacífico y Europa. Ocupando las TIC, los profesionales transmiten sus conocimientos mediante videoconferencia. Así, equipos multidisciplinarios de médicos que forman comunidades virtuales participan, en tiempo real, en una cirugía. Por ejemplo, si una intervención se realiza en un hospital de Nápoles, profesionales ubicados en Barcelona, Málaga y Japón pueden ser testigos de la misma. Para ello se requiere una conexión a Internet, un computador conectando a un equipo de cirugía y el gran ancho de banda y velocidad de las redes avanzadas. En este caso TEIN2 conectada a la red pan-europea GÉANT hace posible que las cirugías, realizadas en tiempo real, se transmitan a lugares remotos. Gracias a la tecnología DVTS (Digital Video Transport System) se pueden ver y mantener imágenes en alta definición. Esta nueva tecnología deja atrás la telemedicina convencional que funcionaba con un bajo ancho de banda, lo que limitaba la calidad de las imágenes.

De manera lenta, pero persistente esta metodología de enseñanza e intercambio de puntos de vista médicos se ha ido expandiendo a lugares como Vietnam, Indonesia y Malasia.

La conexión con GÉANT ha permitido la interacción entre equipos ubicados en Asia-Pacífico con profesionales europeos, y conseguido una expansión de la tele-formación quirúrgica mediante la creación de una comunidad virtual internacional. De esta manera, se mejoran los estándares tecnológicos de la enseñanza médica, además de proporcionar una mejor asistencia a los pacientes.

En el área de las iniciativas de interconexión con otras redes, en 2009 DANTE sumó otros dos proyectos: conectar a GÉANT a los países de Asia Central, Kazakhstán, Kyrgyzstán, Tajikistán, Turkmenistán y Uzbekistán, mediante la iniciativa CAREN. Entrará en operación a comienzos de 2010 y consistirá en una red terrestre que reemplazará a los actuales enlaces satelitales. Esta red es cofinanciada por la Unión Europea con un aporte inicial de MM 5 de euros hasta 2011.

Otro proyecto transregional es un estudio de factibilidad, conducido por KTH, Royal Institute of Technology de Suecia, para conectar a los países del África subsahariana a la red europea. La primera fase de esta iniciativa, que también cuenta con apoyo de la Unión Europea, se denomina FEAST (Feasibility Study for African) y es una hoja de ruta sobre los mejores escenarios para desplegar una troncal sustentable y basada en conexiones terrestres y no satelitales.

El énfasis es la integración regional y el potencial de desarrollo económico. Asimismo, para el proyecto es muy claro otro de los motivos: “Los africanos pueden beneficiarse del conocimiento y experiencia, en un amplio rango de áreas, de la

investigación que se realiza en el mundo con una relevancia particular para África, como son la malaria y otras enfermedades, o los efectos del cambio climático”.<sup>15</sup>

Esta última iniciativa, a su vez, es sinérgica con el proyecto UbuntuNet Alliance. Éste busca aprovechar la disponibilidad reciente de fibra óptica para construir una troncal de redes avanzadas en la región. Sus fundadores son Kenia, Malawi, Mozambique, Ruanda y Sudáfrica, a los que se sumaron Sudán, Tanzania, Uganda, y Zambia.

Si bien la red no está desplegada aún, representa un esfuerzo importante para conectar a un continente que ha permanecido al margen de las redes avanzadas, a lo que se añade la clara visión de que juntos pueden negociar condiciones más favorables de conectividad entre las redes avanzadas nacionales y luego con las internacionales. De hecho, en el periodo 2009-2010 se espera un aumento sustancial de las conexiones de cable submarino hacia países desarrollados.

El caso africano representa un estado particular de las redes avanzadas, ya que para la conectividad entre naciones, se busca acceso a la fibra a un costo marginal o como *spin-off* de un proyecto de despliegue en curso. “En la etapa de diseño, los operadores de los cables le ofrecerán a UbuntuNet la opción, a costos marginales, de comprar derechos de uso de largo plazo de dos o más fibras”.<sup>16</sup>

Así, una vez más, la idea coincide con la tendencia mundial de contar con una infraestructura estable en el tiempo en cuanto a derechos de uso y facilidad para realizar actualizaciones en los extremos, según el avance de la tecnología. Desde otro ángulo, todas las estadísticas muestran que en la situación actual, los costos de conectividad de África son muy superiores a los de los países desarrollados, lo que limita su potencial de expansión económica.

---

<sup>15</sup> Supporting the connection of African research and education to the global Internet via GÉANT (2009). FEAST Project. Ver en: <http://www.feast-project.org/documents/20090423-feast-brochure.pdf>

<sup>16</sup> What is UbuntuNet? (2008). Ver: <http://www.ubuntunet.net/sites/ubuntunet.net/files/What%20is%20UbuntuNet%20v9%20-d3%20printed%20on%20081108%20web.pdf>.

### **III. Las redes avanzadas en América Latina**

América Latina cuenta hoy con una infraestructura de redes avanzadas, inimaginada hace sólo diez años. En ese lapso, se creó CLARA, Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas, organización de derecho internacional sin fines de lucro, con existencia legal a partir del 23 de diciembre de 2004, fecha en que fue reconocida por la legislación de la República Oriental del Uruguay.

CLARA se define como un sistema latinoamericano de colaboración mediante redes avanzadas de telecomunicaciones para la investigación, la innovación y la educación. Cuenta con 17 miembros (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela). En la actualidad, sólo trece países están conectados a RedCLARA. Los países no-conectados son Bolivia, Paraguay y Cuba, Honduras. Los dos últimos se consideran “miembros no-activos”, pero se espera su incorporación plena en un futuro cercano.

Los cuerpos de gobierno institucional de CLARA son el Directorio (máximo organismo, integrado por el Presidente, Vicepresidente, Secretario, Tesorero y un Director), una Comisión Fiscal (formada por tres miembros de la Asamblea no integrantes del Directorio), y una Comisión Técnica (con siete miembros, ingenieros de las redes conectadas a RedCLARA), que vela por el desarrollo, las implementaciones técnicas y la seguridad de la red. La Secretaría Ejecutiva de CLARA es el organismo encargado de la Dirección Ejecutiva de la organización, cargo de confianza del Directorio y la Asamblea.

La Asamblea de CLARA sesiona cada seis meses para definir las líneas de acción y las políticas a ser implementadas. En la Asamblea, cada país cuenta con un representante.

#### **3.1 REDCLARA, UNA OPORTUNIDAD PARA FORTALECER EL DESARROLLO**

CLARA desarrolla y opera RedCLARA, red avanzada establecida en América Latina para la interconexión regional. Desde el 1 de septiembre de 2004, RedCLARA comenzó a proveer conectividad directa a 155 Mbps al enlazar a las redes avanzadas de Argentina, Brasil, Chile, Panamá y México, y conectarlas con la red europea GÉANT a 622 Mbps mediante la conexión entre São Paulo (Brasil) y Madrid (España). Esta infraestructura se inauguró oficialmente el 17 de noviembre de 2004, en el Foro Ministerial de la Sociedad de la Información, realizado en Río de Janeiro.

Durante 2005, las redes avanzadas de Uruguay, Perú, Costa Rica, Panamá, Guatemala, El Salvador y Ecuador se conectaron a RedCLARA, lo que elevó el número de redes conectadas a doce. En 2006, las conexiones a RedCLARA continuaron con Colombia, Venezuela y Nicaragua. Sin embargo, ese mismo año Costa Rica decidió desconectarse por razones económicas, hecho que se revirtió en 2009. En 2007 se iniciaron las conversaciones

para la conexión de Bolivia, pero Nicaragua decidió poner fin a su conexión a RedCLARA y a su participación en CLARA por razones económicas.<sup>17</sup>

RedCLARA está basada en capacidades de telecomunicaciones contratadas a diversos operadores, sobre la cual se despliega una Red IP, tanto en IPv4 (versión 4 del Protocolo Internet) como en IPv6 (versión 6 del Protocolo Internet) de alta calidad. Así, RedCLARA se constituye en una plataforma tecnológica de última generación en redes avanzadas que permite la conectividad con anchos de banda con velocidades no disponibles en redes comerciales, lo que entrega a los científicos, académicos e investigadores de América Latina, una infraestructura que les permite colaborar efectivamente con la comunidad científica global.

Según datos extraídos del sitio web de CLARA, se estima que al considerar sólo a los países hoy conectados a RedCLARA, en ella participan 729 universidades en las que trabajan alrededor de 671 mil académicos, 104.607 investigadores y 3.763.142 estudiantes.

La troncal (*backbone*) de RedCLARA está compuesta por siete nodos enrutadores principales, conectados en una topología lineal (punto-a-punto). Cada nodo principal (IP) representa a un PoP (Punto de Presencia) para RedCLARA. Seis se localizan en una ciudad de América Latina: São Paulo (Brasil), Buenos Aires (Argentina), Lima (Perú), Santiago (Chile), Ciudad de Panamá (Panamá) y Tijuana (México). El séptimo se ubica en Miami (Estados Unidos) y a él se conectan las redes centroamericanas (que prontamente pasarán a estar conectadas al nodo de Panamá).

Todas las conexiones de las redes nacionales latinoamericanas a RedCLARA se realizan mediante uno de estos siete nodos. La conexión con Estados Unidos se lleva a cabo mediante los enlaces del nodo de Tijuana (México) con San Diego (Costa Pacífico de Estados Unidos) y del nodo de São Paulo (Brasil) con Miami.

RedCLARA también está conectada con las redes de Europa (GÉANT), Asia y Pacífico (APAN, TEIN2), Canadá (CANet4), la Cuenca del Mediterráneo (EUMEDCONNECT), entre otras. En la Figura 2, se ilustra la topología de RedCLARA.

El Grupo de Ingeniería de la Red (NEG) de CLARA está a cargo de la arquitectura e ingeniería de la red avanzada, los tipos de enlaces y los procedimientos de intercambio de tráfico. El Centro de Operaciones de la Red (NOC) es responsable de la administración, el control, el monitoreo y la operación diaria de todas las infraestructuras físicas y lógicas de la troncal.

---

<sup>17</sup> López, María José. Documento de Grupo de Trabajo eLAC2007, enero 2008. Meta 10 eLAC2007: RedCLARA y las Redes Nacionales de Investigación y Educación. Ver en <http://www.cepal.org/SocInfo>

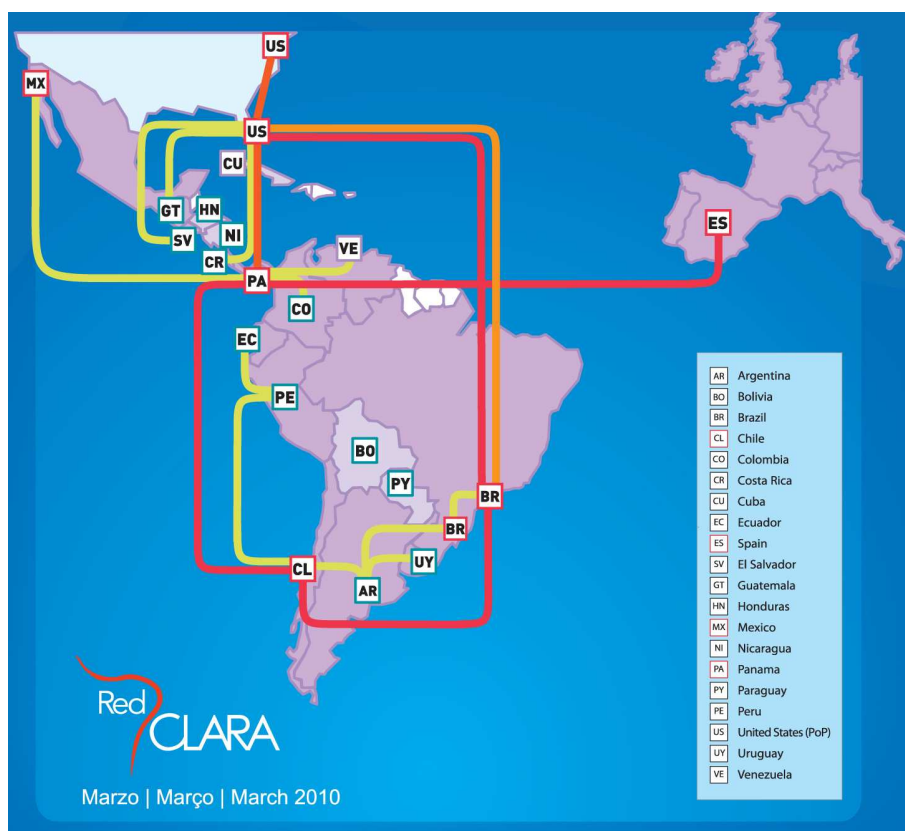


Figura 2: Topología de la troncal de RedCLARA, proyectada a marzo de 2010 (ver original en: [http://alice2.redclara.net/images/ALICE2/brochure/ALICE2\\_brochure\\_02\\_2009\\_tiro.pdf](http://alice2.redclara.net/images/ALICE2/brochure/ALICE2_brochure_02_2009_tiro.pdf)).

### 3.2 LOS SERVICIOS

*Grosso modo*, las redes avanzadas nacionales ofrecen una plataforma de servicios a partir de la articulación de una troncal de alta velocidad donde es posible integrar distintos recursos y servicios. Por ejemplo, pueden entregar canales de comunicación dedicados para proyectos individuales de investigación; propiciar la creación de ambientes adecuados para introducir nuevas herramientas de administración de los recursos como también probarlos; impulsar acciones de difusión entre las comunidades locales, y facilitar una dinámica que permita la interconexión física de las redes y el intercambio entre personas y grupos de investigación localizados en distintos países. Es decir, convertirse en un agente distintivo de transformación local en el ámbito de la investigación científica y tecnológica.

A la fecha, la RedCLARA ofrece servicios de IPv4, Multicast, IPv6, Multicast IPv6, Ancho de Banda a pedido (QoS), además de servicios especializados para proyectos como mallas computacionales (*grids*) y el

La región cuenta con servicios que pueden asemejarse a los de países desarrollados, pero con un despliegue desigual en su cobertura, número y profundidad de sus proyectos.

servicio de videoconferencia, que es la aplicación más utilizada por todos los socios.

La cadena de valor de los servicios de CLARA implica trabajar para socios que, a la vez, son colaboradores y proveedores de algunos de los servicios (por tercerización) y actúan como intermediarios frente a los “clientes finales”, constituidos por los investigadores, docentes, académicos, estudiantes y todos los individuos o instituciones públicas y privadas de carácter nacional o internacional vinculados con la investigación científica y tecnológica y con la educación y la salud.

Hoy por hoy las redes avanzadas en América Latina exhiben un desarrollo desigual. Hay países donde ellas forman parte de las infraestructuras regulares de la investigación en ciencia y tecnología, lo que no implica que se les dé un uso homogéneo ni tengan la misma visibilidad, peso y prioridad en la agenda pública (Brasil, México, Colombia y Venezuela).

Un segundo grupo lo componen los países donde las redes avanzadas se advierten como una infraestructura habilitante disponible, pero sin que estén integradas en una estrategia mayor o política pública de ciencia y tecnología: Chile, Argentina y Ecuador.

El tercer grupo lo constituyen aquellos países donde las redes avanzadas están en un proceso de asentamiento desde el punto de vista técnico y de viabilidad institucional y financiera: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Panamá, Perú y Uruguay.

Por último, el cuarto grupo reúne a los países donde las redes avanzadas son una promesa por concretar, de partida por su esperada conexión a RedCLARA: Bolivia, Cuba, Honduras<sup>18</sup> y Paraguay.

### **3.3 EN POS DEL FINANCIAMIENTO ESTABLE**

A pesar de las crisis económicas de los últimos 15 años, en este periodo América Latina ha conseguido ser una región interconectada entre sí y con sus pares en Europa, Estados Unidos y Asia.

La propia creación de CLARA, en 2004, ha impulsado la generación de redes locales en a lo menos seis países de la región, lo que es una señal inequívoca de la progresiva importancia que adquieren estas infraestructuras para el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, la educación y la innovación.

El rol de CLARA, más allá de su gestión técnica y de contraparte con Europa, también ha servido para visibilizar las redes avanzadas y prospectar posibilidades de uso entre las comunidades científicas. A la vez, la propia gestión descentralizada que ha escogido CLARA<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> Para este país, los objetivos específicos de la red avanzada son: la investigación, la comunicación con otras universidades, áreas de actualización tecnológica y bibliotecas virtuales, que permitan la transferencia tecnológica y de conocimiento.

<sup>19</sup> El Centro de Operaciones de Red (NOC) de CLARA se localiza en REUNA (red avanzada chilena). Este administra, controla, monitorea y opera todas las infraestructuras físicas y lógicas que forman la troncal de RedCLARA, y busca

para operar es una opción que distribuye compromisos y responsabilidades entre sus socios, junto con potenciar la capacidad de aprendizaje en los nodos locales, lo que implica que la filosofía de colaboración se ha encarnado en la agencia a cargo de la gestión técnica de la red y de la dinamización de la comunidad científica a la que sirve.

Es cierto que los mecanismos de gobierno y los esquemas de financiamiento de CLARA necesitan fortalecerse. La presencia de las agencias públicas en las instancias de administración de las redes locales y su compromiso en ámbitos de gestión, financiamiento y diseño de políticas y programas que integren estas infraestructuras a objetivos de más largo alcance, debería asegurar que los mismos se cumplan.

Un desafío inmediato de todo el sistema de CTI es aumentar el porcentaje del PIB que se destina a I&D en los países de América Latina. Este en promedio alcanza el 0,65% en tanto que los países desarrollados invierten entre el 2 y el 3% del PIB en I&D.

Esta inversión exigua impacta de manera directa en la estructura de financiamiento de las plataformas de apoyo a la actividad de CTI como son las redes avanzadas. La ausencia de recursos y sus usos alternativos frente a importantes problemas sociales hace cuesta arriba la justificación en el corto plazo del financiamiento de enlaces internacionales (más caros que entre países desarrollados) y la necesaria extensión de la red a todo el territorio nacional.

Nuevamente, elementos de financiamiento relativamente estables y sustentados por un discurso público, han permitido mantener un crecimiento y nivel de servicios para toda la comunidad. Ello se observa en Colombia, Brasil y México.

Limitantes de financiamiento significan costos altos o imposibilidad de mantener un núcleo central de servicios estables en el tiempo. Las consecuencias son visibles:

- ♣ Dificultades para renovar la infraestructura de la red.
- ♣ Falta de niveles de servicio estable para los socios.
- ♣ Aumento posible del monto de las cuotas para los socios.
- ♣ Dificultades para negociar a mediano plazo con los proveedores y, por tanto, visualizar la “compra” de fibra para la red.
- ♣ Extensión territorial limitada.
- ♣ Rotación en el personal.
- ♣ Participación en proyectos donde parte importante se debe destinar a costos operacionales y no a los incrementales de la actividad.

En los países desarrollados la empresa privada realiza parte importante de la I&D o son fabricantes y operadores de tecnología. Además, la misma política pública incluye que

---

asegurar altos niveles de rendimiento y de operación de la red y de sus interconexiones. El NEG (Grupo de Ingeniería de la Red) de CLARA depende del Comité Técnico de CLARA (CLARA TEC). El objetivo de este último es mantener a CLARA en la frontera de los servicios avanzados de redes IP y debe lograrlo mediante la coordinación del NOC y el NEG. Por su parte, la Gerencia de Proyectos de CLARA está en México; la de Administración y Finanzas en Montevideo, Uruguay, y la Dirección Ejecutiva se localiza en Santiago de Chile.



estas redes deban favorecer la innovación que, por definición, se da en el mercado donde actúan los usuarios y productores de tecnología.

Por ello, las redes avanzadas se abren a la participación de laboratorios privados, que es el caso generalizado de Europa; o a la participación de las empresas privadas (mecenazgo). Es el caso de Internet2, en Estados Unidos, o de algunos países desarrollados donde las empresas de telecomunicaciones (operadores y dueños de fibra) y de equipamiento (usualmente enrutadores o equipos para alto desempeño) son socios activos que apoyan estas iniciativas.

Lo anterior es coherente, además, con otra promesa de las redes avanzadas: su capacidad de servir como camas de prueba para nuevos servicios y aplicaciones que se transfieren al sector privado.

En América Latina hay camino por andar. No existe un apoyo privado consistente en el tiempo, dada la estructura de investigación (muy centrada en el sector académico tradicional), y –con notables excepciones– las empresas de I&D internacionales no emprenden estas actividades en el continente. De hecho, en 2007 el financiamiento de las empresas a la I&D a escala regional, de forma optimista, se situaba en el 37%.<sup>20</sup> Como ejecutoras, esta cifra se reduce aproximadamente al 28% en el mismo año.

Financiamientos públicos claros y estables han redundado en crecimiento para algunos países. Tema clave, ya que América Latina exhibe poca inversión privada en I&D y participación en estas redes.
---

Por su parte, las filiales internacionales de equipamiento han visto el apoyo a las redes avanzadas como acciones puntuales que favorecen la formación de un mercado cautivo o un determinado nivel de capital humano para las nuevas tecnologías.

Menos productiva ha sido la relación con los operadores de telecomunicaciones, con algunas excepciones como México. O han sido monopolios nacionales que ven a las redes avanzadas como amenaza a su “negocio”, o mercados desregulados que las miran como otro mercado que se puede “capturar”. Al respecto, también hay que decir que la mayoría de las redes avanzadas no ha sido proactiva en abrirse a la participación activa de actores privados.

Aquí es probable que haya una oportunidad, ya que parte importante de las políticas públicas de la región se redirige hacia la innovación. Allí, un conjunto de redes avanzadas más abiertas al mundo empresarial puede desempeñar un rol importante como elemento que justifica el apoyo público.

Desde otro ángulo, una articulación regional con grandes empresas podría traer beneficios, aunque el camino (que se ha intentado) no ha sido fácil.

Más clave aún. La historia del desencuentro con las empresas de telecomunicaciones muestra que la opción de consolidar una red con elementos de

---

<sup>20</sup> Esta cifra corresponde al promedio de América Latina. Fuente: RICYT. [Gasto en CyT por sector de financiamiento](http://www.ricyt.org/indicadores/comparativos/09.xls). En: <http://www.ricyt.org/indicadores/comparativos/09.xls>

propiedad de la fibra oscura tiene sentido como elemento diferenciador, aumenta la capacidad de negociación y mediante la conexión de las capitales centrales alivia, en parte, la tarea de las redes avanzadas que pueden focalizarse en la extensión nacional.

Las NREN de la región necesitan legitimarse ante el mundo público. Los países desarrollados han sido mucho más activos en integrar a museos, bibliotecas, colegios y hospitales a la red de alta velocidad. Hay casos que confirman la excepción como Colombia y Brasil. Pero aún no es una tónica generalizada en América Latina.

Sin embargo, las redes no son sólo un tema de números. La vocación regional es un aspecto clave de las mismas, aunque sea una fracción de la producción mundial de I&D y la cooperación entre la región no sea tan vital como aquella con los países desarrollados.

El caso europeo es paradigmático. Las redes avanzadas en la mayoría de los países son parte explícita de la estrategia de política científica expresada en documentos públicos. Es notable, en tal sentido, lo poco que han mutado las mismas redes avanzadas en los últimos veinte años, en cuanto a las funciones que cumplen, pese a los cambios de gobierno.

Ello de por sí refleja una visión de largo plazo donde está consolidada la necesidad de una red avanzada para la política científica. Paralelo a ello, o más bien, coherente y sinérgico con lo anterior, las mismas estructuras de la Unión Europea y de la Direcciones Generales de Investigación han sido clave para ubicar esta necesidad en un plano más visible.

No es casualidad que TERENA, DANTE y proyectos emblemáticos reciban financiamiento estable. Son infraestructuras para una comunidad de investigación que mantiene la competitividad y el liderazgo de una visión comunitaria. Asimismo, son vistas como elementos centrales para facilitar la movilidad de los investigadores, evitar la “fuga de cerebros”, y permitir el acceso remoto a recursos y experiencias donde las fronteras nacionales deben ser “transparentes” en esta construcción común.

Otros países desarrollados no tienen ese fuerte sentido comunitario, pero su visión de política pública es sostenida y consecuente. No en vano Canadá ha sido una de las naciones más destacadas en innovación en telecomunicaciones. Las razones culturales son simples: siempre se vio a las redes como las carreteras para conectar una extensa nación. Estados Unidos, con una filosofía de frontera similar, tiene, a su vez, la particularidad de ser la nación donde nació Internet desde el mundo académico, lo que se conecta con una persistencia histórica en torno a las infraestructuras habilitantes (electricidad, carreteras, sistemas de riego).

También el caso asiático puede explicarse debido que desde hace 30 años naciones como Japón, India, Corea, Singapur, cuentan con políticas “industriales” donde un fuerte componente ha sido la tecnología de información como motor de desarrollo económico. Frases como “ciudad inteligente”, “plataforma de exportación de servicios de I&D”,

La región precisa de una política pública explícita sobre las redes avanzadas que, incorporando el apoyo económico, ampare la integración de las comunidades de investigación y fomente el desarrollo y la innovación.
--

“país de gigabits” ya están en el discurso de naciones que con certeza saben de la necesidad de conectarse y competir en el mundo con sus mejores recursos.

Por último, Australia y Nueva Zelanda han sido países donde la desregulación de las telecomunicaciones encuentra sus orígenes y también la distancia física se advierte como un desafío a superar mediante la conectividad nacional e internacional.

¿Dónde está América Latina?

La política pública explícita sobre las redes avanzadas es casi inexistente. Y cuando se mencionan, no es usual que ello comporte un apoyo desde el punto de vista económico. Ningún organismo regional exhibe un discurso constante y de largo plazo que apunte a la integración de sus comunidades de investigación vía las redes avanzadas.

A lo anterior se suma la concentración de la masa crítica en un solo país, Brasil, que aglutina a casi el 50% de los investigadores de la región. Luego se agregan Argentina y México. Si a la lista se añade a Chile, que destaca por su productividad, y a Colombia y Venezuela, se configura un cuadro que involucra a más del 80% de la masa crítica de los usuarios naturales de las redes avanzadas de Latinoamérica.

Como siempre sucede, hay matices. Hay realidades difíciles de modificar en el corto plazo; pero en una era de globalización, siempre existe un margen de acción pública que puede “acelerar” o “frenar” los desarrollos.

Los matices también responden a tradiciones históricas. Claramente, Brasil es la excepción en la región. Su política pública en CTI ha sido explícita y constante en los últimos 30 años, y ha incorporado con fuerza el discurso de las redes avanzadas y la integración de sus comunidades de investigación al mundo desarrollado. Asimismo, cuenta con la vocación regional para colaborar con la participación efectiva del resto de continente.

En segundo lugar se encuentra México, que también exhibe antecedentes de desarrollo de infraestructuras y políticas de Ciencia y Tecnología estables, con la diferencia de que la fuerte vocación regional que tuvo hace veinte años respecto de Centroamérica, ha perdido parte de su vigor por su ligazón con Estados Unidos a partir del NAFTA.

Un caso meritorio lo representa Colombia donde, pese al conflicto político, se han consolidado políticas nacionales de apoyo a la infraestructura y redes avanzadas, con una permanencia importante en el tiempo. Colombia indica un camino donde, con apoyos gubernamentales explícitos, se puede avanzar más rápido y, quizás, superar a otros países. En parte, Venezuela también ha seguido ese camino, y eso le ha permitido mantener su posición relativa.

La política pública sí hace una diferencia. Brasil, México y Colombia mantienen o avanzan en su posición relativa.

La falta de apoyo sostenido en Chile y Argentina ha significado un desafío para sus gestores.

Brasil ha incorporado con fuerza el discurso de las redes avanzadas y la integración de sus comunidades de investigación al mundo desarrollado.

Colombia, pese al conflicto político, ha consolidado políticas nacionales de apoyo a la infraestructura y redes avanzadas, con una permanencia importante en el tiempo.

Si se observa, no es casualidad que dos de los tres ejemplos anteriores representen los primeros países en consolidar una conexión a Internet (Brasil y México con estructuras parecidas a las actuales, rol de Organismos de Ciencia y Tecnología en su apoyo, masa crítica).

Hay otra cara de la medalla. Chile, que fue pionero en la región, no ha logrado un apoyo político explícito a su red avanzada y que convoque a toda la comunidad académica. La fuerte competitividad de su sistema universitario y la falta de políticas, han atentado contra la velocidad de crecimiento que experimentó hace veinte años. De hecho, la articulación del sistema con visión de largo plazo, es una tarea reciente que se inaugura con el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, hace no más de dos años.

Un caso que también denota las posibles demoras es Argentina. Su empuje inicial, de hace dos décadas, también ha sufrido los embates de cambios de institucionalidad y es probable que el reciente Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva consolide un plan a largo plazo.

La conclusión es obvia. Las políticas públicas explícitas sí pueden hacer una diferencia en el crecimiento incremental.

### **3.4 PROYECTOS EN CURSO**

Las comunidades científicas de América Latina, al igual que las de Europa, Estados Unidos y Asia, se han involucrado en proyectos que demandan el uso de las redes avanzadas. Ejemplos hay en todas las áreas y muchas iniciativas hoy se han transformado en servicios permanentes. A continuación se presentan, sólo como ejemplo, algunas de ellas:

#### **Experimento de Gran Escala en la Biosfera-Atmósfera en la Amazonía (Proyecto LBA)**

Iniciado en 1996, cumplió en 2008 su primera etapa, y ha sido institucionalizado como proyecto del Estado brasileño. Hoy ejecuta su segunda etapa a cargo del Instituto Nacional de Pesquisas del Amazonas, INPA, y del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil.



Es un proyecto de cooperación científica internacional, uno de los más grandes del mundo, y buscó explicar cómo afectan los cambios en los usos de suelo de la Amazonía al clima regional y global, y cómo las variaciones climáticas globales influyen el funcionamiento biológico, químico y físico de la floresta y su sustentabilidad.

En él participaron 281 instituciones nacionales y extranjeras, y colaboraron 15 países. Más de mil 500 científicos, casi 500 estudiantes y 156 proyectos de investigación, de

los cuales han concluido cien. LBA también ha tenido un importante rol en la formación de recursos humanos.

La propuesta del LBA es promover un estudio multidisciplinario e interdisciplinario, capaz de integrar la física, la química y la biología en un análisis de los diversos ecosistemas de la floresta y, así, comprender cuáles serían las consecuencias ambientales que el planeta corre el riesgo de sufrir debido a los cambios en la actuación del hombre sobre el medio ambiente.

El proyecto pretende, al final de su proceso, influir en las políticas ambientales, y dejar en la región, por lo menos, cien maestros y doctores especializados en la temática de la interacción biosfera-atmósfera, ampliando el área de actuación y mejorando las instituciones de investigación locales. El trabajo de campo se realiza en un área estimada de siete millones de km<sup>2</sup>, que alcanza toda la bacía amazónica y una parte hasta Brasilia.

La gran cantidad de datos generados en función del proyecto consumió mucho ancho de banda, lo que exigió una infraestructura computacional adecuada. Gracias a la red de RNP, miembro de RedCLARA, los grandes volúmenes de información se pudieron distribuir a los socios ubicados en Brasil, y enviarlos a América Latina, América del Norte y Europa.

La información obtenida fue procesada en las diversas oficinas del proyecto y transitó por la red de RNP hasta el LBA-DIS (Data Information System), localizado en el Centro de Previsión del Tiempo y Estudios Climáticos (CPTEC), en São Paulo. El material que llegó al Centro se consolidó, organizó y envió a los asociados. Los participantes, desde sus mismos países, pudieron evaluar las informaciones y discutir colaborativamente ideas e hipótesis.

Los resultados obtenidos por los diferentes equipos de científicos han permitido entender algunos mecanismos que rigen las interacciones de los bosques con la atmósfera, tanto en condiciones naturales (bosques intactos) como en su estado modificado.

El LBA ha contribuido a mejorar los modelos para pronosticar el clima y la medida de las emisiones de carbono de las represas hidroeléctricas en el Amazonas y el uso potencial del metano para generar electricidad en plantas adicionales. También extrajo conclusiones importantes de la densidad real de madera en el sur de la Amazonía.

En septiembre de 2007 LBA se incluyó como programa de gobierno y se inició una segunda etapa con el objetivo de ampliar la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas en la región e integrar las dimensiones sociales y económicas.

### **Red Sudamericana Europea para la Evaluación del Cambio Climático y Estudios de Impacto (CLARIS)**

Una iniciativa similar a la anterior, financiada por la Unión Europea, se realizó entre 2004 y 2007 en la Cuenca del Río de la Plata. El proyecto "Red Sudamericana Europea para la Evaluación del Cambio Climático y Estudios de Impacto (CLARIS)" estuvo coordinado por

dos instituciones francesas: Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) y Laboratoire d'Océanographie Dynamique et de Climatologie (LODYC). Del lado latinoamericano participaron el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais de Brasil, la Universidade de São Paulo, la Universidade Federal de Santa Catarina, la Universidade Federal do Paraná, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina, la Universidad de Buenos Aires, y, por Uruguay, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, el Instituto Nacional del Agua y la Universidad de la República.



El propósito del proyecto era construir una red integrada euro-sudamericana que fomentase la creación de estrategias comunes de investigación climática para observar y predecir los cambios climáticos y su impacto socioeconómico, teniendo en cuenta las características climáticas y sociales de América del Sur.

Su aporte permitiría diseñar estrategias de adaptación para la agricultura, los cuidados médicos, la producción de energía hidroeléctrica, el transporte fluvial, los recursos hídricos y los sistemas ecológicos de humedales en una región muy dependiente de la variabilidad climática, a partir de un conjunto de escenarios regionales hidroclimáticos y sus incertidumbres, junto con proyectar los escenarios posibles en la evolución del uso de la tierra para 2010-2040 y estrategias de adaptación del desarrollo rural para las zonas más vulnerables.

Durante su ejecución, el proyecto favoreció la transferencia y adaptación del conocimiento y experiencia en Modelos de Sistemas Terrestres y sus diferentes componentes y procedimientos combinados, lo que permitió a los equipos europeos y sudamericanos involucrados en la modelización climática regional comparar e intercambiar metodologías.

También estableció una base de datos climáticos diarios de alta calidad (temperatura y precipitación), que se estima de gran importancia para validar y evaluar las capacidades futuras del Proyecto Europeo de Evaluación del Clima, mediante la simulación de las tendencias climáticas y cambios de frecuencia de fenómenos extremos.

La comunicación lograda y el intercambio de los resultados de investigación han sido útiles para el progreso e identificación de prometedoras estrategias de investigación. Asimismo, reforzó el vínculo entre organizaciones públicas y privadas en áreas temáticas que requieren recomendaciones sobre la variabilidad climática para diseñar o adaptar estrategias de gestión e inversión en regiones vulnerables.

En la vertiente occidental del Cono Sur hay otro proyecto de modelamiento climático que busca conocer cómo El Niño o La Niña afectan la variabilidad climática en las costas de Perú y Chile, y poder arribar a un conjunto de patrones. La iniciativa tiene

muchísimas externalidades positivas desde el punto de vista social y económico porque la simulación del clima y el pronóstico meteorológico son una de las más costosas actividades científicas computacionales.

Con el uso de las mallas computacionales se compartió de manera paralela recursos y se intercambiaron aplicaciones, datos e infraestructura entre las instituciones participantes geográficamente dispersas. De esta manera se permitió el acceso a una capacidad de cálculo y almacenamiento compartido y distribuido, y se logró mayor generación de simulaciones y modelamientos de las que se podría disponer de forma local.

En la iniciativa, enmarcada en el contexto del proyecto EELA (E-Infrastructure shared between Europe and Latin America, 2006-2007, Europa – América Latina, financiado por el FP6) participaron la Universidad de Cantabria en España, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú y la Universidad de Concepción, Chile.

### **Red Universitaria de Medicina (RUTE)**

La salud es una de las áreas priorizadas en la ejecución de variados proyectos en estos últimos años en América Latina. Allí destaca la Red Universitaria de Medicina (RUTE) que, iniciada en 2006 en Brasil, con el financiamiento del Ministerio de Ciencia y Tecnología, a través de la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP), es coordinada por los profesionales de la red avanzada RNP y apoyada por Asociación Brasileña de Hospitales Universitarios (ABRAHUE).



RUTE es una iniciativa de apoyo a la mejora de la infraestructura para la telemedicina en los hospitales universitarios. Gracias a ésta es posible intercambiar información entre los participantes, consultar por videoconferencia, diagnosticar y transferir imágenes médicas a lugares que no cuentan con la infraestructura hospitalaria necesaria.

También busca promover la integración de proyectos entre las instituciones participantes, dentro y fuera de Brasil, ampliando, así, las investigaciones multicéntricas y los experimentos de telemedicina en redes de alta velocidad. Con todo, su objetivo final es aumentar la calidad y la precisión en la atención sanitaria en toda la población.

Uno de los objetivos económicos es reducir el costo de desarrollo futuro de las redes de comunicación dentro y entre los participantes, así como la cantidad de viajes para los pacientes. Otro objetivo esencial es la detección temprana de brotes infecciosos en regiones alejadas.

La infraestructura que proporciona RNP permite la interconexión y colaboración médica con los distintos hospitales universitarios de Brasil. A través de RedCLARA, RNP también puede colaborar con instituciones en el extranjero y acceder a las conexiones europeas y norteamericanas.

En la primera etapa de RUTE se conectó a 19 unidades hospitalarias de 14 regiones de Brasil. Hoy incluye a 60 instituciones médicas universitarias localizadas en las 27 regiones del país. Éstas interactúan entre sí y también con otras instituciones asociadas en Brasil y el extranjero.

### **T@lmed**

Un proyecto de telemedicina similar se inició en 2004 por la Fraunhofer Society de Alemania e involucra a Colombia y Brasil. Está financiado por la Comisión Europea y busca llevar servicios médicos básicos disponibles en los grandes hospitales a lugares geográficamente aislados.



Al contar con T@lmed, un médico ubicado en un territorio apartado puede transferir electrónicamente imágenes y datos de su paciente a un centro hospitalario. Allí la imagen puede verse de inmediato y, si es necesario, los especialistas entablan una videoconferencia en tiempo real con el paciente.

El objetivo de estas aplicaciones clínicas, en el caso de Brasil y Colombia, son las enfermedades infecciosas típicas de la región, malaria y tuberculosis, mientras que las aplicaciones de ultrasonido, en general, se utilizan para el control del embarazo, urología y diagnóstico cardiovascular.

También se busca generar una base de datos de medicina, basada en la evidencia, y desarrollar y promover la comunidad “e-salud” como un foro para debates donde intercambiar experiencias sobre los sistemas de telesalud y servicios, y obtener y dar consejos sobre aspectos relacionados.

La infraestructura proporcionada por RedCLARA y GÉANT permite la transmisión casi instantánea de imágenes en alta resolución, y de archivos contundentes desde y hacia puntos geográficos separados (dentro del mismo país o Europa). También hace posible la entrega inmediata del diagnóstico y la solicitud de información adicional.

### **Hospital Clínico Universitario de Caracas**

En el área de la tele-cirugía, y gracias a las capacidades de la red avanzada venezolana REACCIUN, miembro de RedCLARA, el Hospital Clínico Universitario de Caracas cuenta con un espacio virtual para que sus estudiantes y traumatólogos simulen operaciones, a modo de entrenamiento, con pacientes virtuales.

El objetivo es reducir los gastos y el tiempo de duración de las intervenciones, y ofrecer a los pacientes mayor seguridad, ya que con este sistema es posible medir los errores o aciertos que cometen los médicos.

También permite a médicos y estudiantes del Centro de la Facultad de Ingeniería visualizar la resistencia de los materiales de las prótesis, y mejorar de este modo su construcción.



Si bien los Sistemas de Simulación Quirúrgicos, SSQ, han sido un enorme paso dentro del desarrollo y la práctica de procedimientos quirúrgicos, la herramienta sigue sin poder salvar, hasta ahora, las barreras de las condiciones físicas del cuerpo humano. Simular estructuralmente la masa muscular u ósea de un paciente para determinar el grado de presión, la forma y el movimiento preciso que debe ser aplicado al escalpelo en contacto con el órgano, aún es un obstáculo que estas herramientas deben superar.

### **EELA WISDOM**

Otro proyecto donde está involucrada REACCIUN es EELA WISDOM (Wide In Silico Docking of Malaria), iniciado en 2006 por la Plataforma de Calcul pour les Sciences de la Vie de Francia y apoyado en Venezuela por el Centro Nacional de Cálculo Científico de la Universidad de Los Andes.

En la iniciativa se utiliza la tecnología de mallas computacionales para analizar miles de datos que permiten comprender la interacción de diferentes drogas con el parásito responsable de la malaria, enfermedad que afecta a más de un millón de personas en América Latina.

En el caso de Venezuela, se realizan los estudios de cálculo con el *Plasmodium vivax*, la especie más peligrosa en América Latina, responsable de producir malaria en aproximadamente 80 mil personas anuales. Este laboratorio virtual podría facilitar los próximos estudios experimentales para crear productos médicos contra la malaria y reducir los riesgos.

Los análisis de resultados de WISDOM, realizados en el Instituto Fraunhofer de Algoritmos y Computación Científica (SCAI), en Alemania, han reunido a los participantes del proyecto y han permitido que mil de los compuestos más prometedores, entre un millón de candidatos, se seleccionen mediante una escala de clasificación relativa entre los diferentes ligandos. La iniciativa identificó dos candidatos conocidos y otros nuevos, lo que demuestra la validez del enfoque.<sup>21</sup>

### **Observatorio Pierre Auger**

Un área natural de las redes avanzadas es la transferencia masiva de datos. En tal sentido, los centros astronómicos son uno de sus principales clientes y promotores. En América Latina y desde 2004 el Observatorio Pierre Auger, localizado en Malargüe, Argentina, colabora con 77 instituciones de 19 países a las que transmite ingentes volúmenes de información. Es un



---

<sup>21</sup> Fuente: <http://cordis.europa.eu/wire/index.cfm?fuseaction=article.Detail&rcn=5344> [última visita: 06/07/2009].

experimento de ciencia básica y en 2007 fue una de las diez actividades científicas más relevantes de todo el mundo.

El Observatorio está destinado a detectar rayos cósmicos de ultra-alta energía. Para ello implementó un detector híbrido compuesto por mil 600 tanques que cubren una superficie de tres mil kilómetros cuadrados y seis detectores de fluorescencia en los bordes. Gracias a la red avanzada argentina, Innova|Red, se transmitieron datos a los repositorios de Estados Unidos y Francia.

### **Cultura electrónica**

No se participa en el mundo sin saber o construir día a día una identidad. Esta última no es un estado fijo en el tiempo que se perdió en algún estadio del desarrollo. Es un proceso de enfrentarse y reconocerse en la exposición ante el otro, donde la articulación permanente de la historia entrega nuevas pistas sobre el proceso de la memoria y la hace ver, inclusive, bajo otra luz.

Desde allí –en un mundo global– la identidad entendida como construcción es un proceso reflexivo y de autoconocimiento. Por ello, como tema permanente, este deseo de identidad se concreta en proyectos de rescate y digitalización de museos, bibliotecas, archivos, entre otros, que se ponen a disposición de muchos sectores.

Lo anterior también se liga con el acceso a la información y al conocimiento. Esfuerzos de Brasil, Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, Uruguay y Perú han permitido, en los últimos cinco años, el acceso cooperativo a colecciones de textos completos de las revistas de corriente principal. Participar del acceso a información pertinente desde la distancia geográfica es un tema de alto consenso e impacto. Y no sólo hacia el exterior: experiencias desde el ámbito latino como la biblioteca electrónica SciELO, iniciada en Brasil por Bireme (OPS), han generado y difundido conocimiento a una escala que se replica con la creación de otros archivos locales de acceso abierto.

En el ámbito de los proyectos culturales que hoy día se ejecutan sobre las redes avanzadas en América Latina, hay dos iniciativas destacadas: los servicios de información basados en patrimonio cultural colombiano sobre RENATA: Caso Museo del Oro, y la creación de la Biblioteca Digital Colombiana.

En el primero participan la Universidad de los Andes, el Banco de la República, la Universidad Nacional de Colombia (sede Manizales), la Universidad de Alberta (Canadá) y el Museo del Oro de la República.



Este último posee una colección histórica de incalculable valor económico. Son pocos los investigadores que tienen acceso a sus piezas de estudio, de manera limitada y bajo supervisión, para asegurar la conservación, ya que el interés existente sobrepasa la capacidad de atención del Museo. Esta limitante se transformó en una oportunidad para

mostrar virtualmente las colecciones en detalle, ocupando la red avanzada RENATA y las nuevas tecnologías de captura de información, interacción y visualización.

Visualizar e interactuar con las reproducciones tridimensionales de piezas seleccionadas de la colección del Museo implica contar con un sistema háptico, que permite “tocar” las piezas digitalizadas, mientras que el sistema 3D personal consigue que se observen de una manera más realista. Hacer eso hoy día con las piezas es casi imposible, dadas las restricciones de acceso que el Museo debe mantener.

Los mecanismos actuales de captura de información 3D funcionan relativamente bien bajo condiciones controladas y para cierto tipo de materiales, en general opacos y lisos. Las piezas de orfebrería del Museo son un problema a resolver.

El objetivo a largo plazo es que desde las redes de alta velocidad internacionales y, temporalmente, desde un punto ubicado en la Sala Interactiva del Museo, se pueda acceder a la información. Cuando un cliente del sistema se identifica y pide servicios, el servidor analiza los permisos del usuario y las capacidades de visualización e interacción de la estación de trabajo en la que se encuentra, y envía la información correspondiente.

La red avanzada RENATA es vital para facilitar la interacción con las piezas. La representación de alta calidad de un objeto puede requerir un volumen considerable de información en el servidor (gigabits) y su distribución requiere contar con un ancho de banda aceptable y confiable, para asegurar una interacción suave y continua.

En el segundo proyecto, la creación de la “Biblioteca Digital Colombiana”, participan 14 universidades desde 2007. El propósito es integrar repositorios o bibliotecas digitales para dar acceso y visibilidad a los contenidos de la producción académica y científica nacional.

Hoy, en Internet existe un gran número de documentos digitales dispersos, sin una adecuada clasificación, no disponibles para la comunidad externa y sin pertinencia para las comunidades educativas y de investigación. Por ello es relevante una adecuada organización y estructuración de la información digitalizada que permita a los usuarios acceder rápida y directamente a información que requieran.

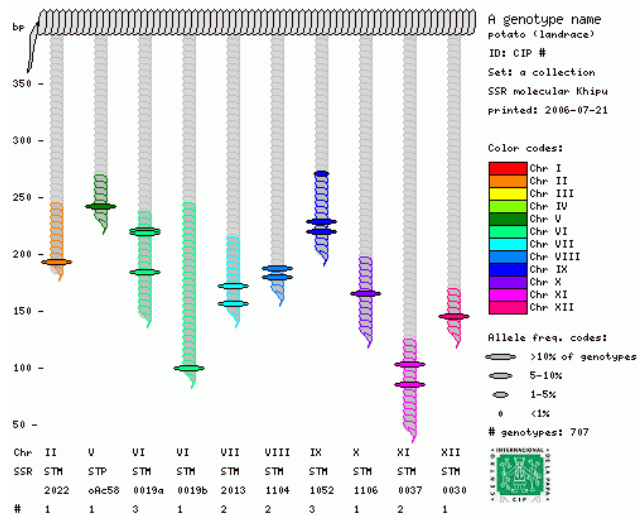
La existencia de bibliotecas digitales no es nueva, pero lo que aporta la iniciativa colombiana es la creación de una comunidad o red de cooperación, que hasta ahora no existe en Colombia. En esa red deben desarrollarse las plataformas e infraestructuras básicas intra e interinstitucional de repositorios para compartir contenidos dispersos en la red, junto con potenciar la investigación básica y avanzada en bibliotecas digitales en el país.

Aunque la infraestructura de la red RENATA ayuda a interconectar a las instituciones de educación superior y a los centros de investigación, no se cuenta con mecanismos eficaces para crear comunidades regionales, nacionales e internacionales. Por ello, la interoperabilidad del proyecto es fundamental para comunicar, compartir e intercambiar objetos digitales, metadatos, servicios, seguridad y conocimiento, de una forma rápida, efectiva y consistente, y amparados en la modalidad de acceso abierto.

### Centro Internacional de la Papa

Un área donde el uso de las redes avanzadas se ha vuelto obligatorio es la genómica, ya que las iniciativas que buscan proteger los patrimonios filogenéticos de los países son cada vez más relevantes para su sustentabilidad futura y demandan una ingente capacidad de cómputo.

En América Latina, el Centro Internacional de la Papa, CIP, de Perú puso en marcha una red de sistemas de *High-performance computing (HPC)* dedicada a los avances en biología molecular y biotecnología sobre la base de cultivos de germoplasmas y de sistemas de información y bioinformática.



Los datos están puestos a disposición de científicos y socios que colaboran en el Programa de Reto Generación Global (PCG) para que contribuyan desde los distintos centros y lugares.

El objetivo es utilizar la diversidad fitogenética, la ciencia genómica avanzada y la biología comparativa para diseñar y probar herramientas y tecnologías que ayuden a producir mejores variedades de cultivos para ser usados por los agricultores de escasos recursos. De esta manera, se colabora con la emergencia de nuevos cultivos y se contribuye a cerrar la brecha del subdesarrollo.

CIP tiene su sede en Lima, desde donde gracias a su conectividad con la red avanzada peruana RAAP, miembro de RedCLARA, puede gestionar un sistema de HPC que permite la colaboración entre los distintos investigadores y socios del Programa de Reto Generación del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR).

### **Centroamérica: Oportunidad para la Educación**

En países como Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua el desarrollo de la Ciencia y Tecnología es menor debido a su reducida masa crítica de investigadores. Pese a ello, en Guatemala se ha iniciado un proyecto en conjunto con el Centro de Modelado Científico de Maracaibo, Venezuela, para modelar el comportamiento de los incendios forestales de acuerdo con las condiciones climáticas. También se coopera en un proyecto de la Unión Europea para detectar malaria en fetos.

Como indica el investigador Luis Furlán, uno de los responsables de la red guatemalteca, RAGIE: “Dentro de nuestra región siempre he considerado que el principal uso de la red va a ser en el campo de la educación”. De esta forma se verifican cursos a distancia de profesores extranjeros o nacionales en pre y postgrado, defensas de tesis, y uso de videoconferencia que incentivan la comunicación intercultural entre colegios.

Claramente la educación es un ámbito donde existe una gran oportunidad. Como indica Furlán: “Otro uso potencial que encontramos muy atractivo es el desarrollo de programas de postgrado al establecer alianzas entre múltiples universidades de la región”.

Esta visión también es reforzada desde El Salvador por Rafael Ibarra, Director de RAICES, la Red Nacional de Investigación y Educación del país, quien destaca el papel que han jugado estas herramientas para coordinar proyectos conjuntos, facilitar el trabajo de tesis y las clases a distancia donde pueden aprovechar la participación de académicos extranjeros.

## **3.5 LAS ÁREAS CLAVES**

En el caso europeo, las redes avanzadas intentan cubrir todas las áreas del conocimiento al demostrar su utilidad para la totalidad de las comunidades de investigación. Pero no se puede olvidar la masa crítica de investigadores con que cuentan esas naciones y el apoyo gubernamental sostenido en el ámbito de la política pública.

En América Latina existe un discurso que se articula desde la oferta y que busca cubrir todas las áreas del conocimiento. No obstante, su nivel de masa crítica –con la excepción de algunos países– dificulta un grado de especialización muy alto.

Por tanto, hay que definir áreas prioritarias donde concentrar los esfuerzos de los nodos locales, o preguntarse cuáles son, ya que la lista de intereses detectados no permite articular una prioridad que concentre parte del trabajo conjunto y determine un impacto visible a escala social y en los tomadores de decisión. De hecho, las respuestas no son simples por diversos motivos.

La región, como se señaló, no ha efectuado declaraciones explícitas que apoyen las redes avanzadas como instrumentos de política pública en el ámbito de la CTI, a diferencia de las naciones desarrolladas. Tampoco ha definido prioridades para estas últimas.

No obstante, la política científica vigente en todos los países de América Latina apunta a mantener una base de sustentación en todas las áreas del conocimiento, junto con ciertas apuestas por sectores claves donde los países tienen posibles ventajas comparativas en un entorno globalizado, o responden a necesidades sociales donde hay un consenso articulado, más allá de las posiciones políticas de los gobiernos de turno.

Otra gran oportunidad es el énfasis que se le da a la innovación en América Latina y el Caribe. El desafío apunta a que la innovación se verifique en el mercado, mientras la estructura de CyT en la región no es potente en el ámbito de la innovación empresarial. Este es otro aliciente para repensar la membresía de las redes en función de un mayor acercamiento a las empresas innovadoras.

Es factible, desde otro ángulo, concluir que todas las aplicaciones, valga la redundancia, son “aplicables” al continente. El tema central es la necesidad de prioridades que se perfilan desde ángulos precisos:

- ♣ Demostrar, en un continente con mayores desigualdades, que la inversión en I&D redundará en soluciones que mejoran la calidad de vida y fortalecen el desarrollo en un sentido amplio.
- ♣ Articular un discurso común en aquellas áreas que aparecen como candidatos naturales a mostrar su impacto en la resolución de desafíos sociales.
- ♣ Introducir un marco común donde todos los países pueden cooperar, dados los problemas similares y desde diversas fortalezas, en un esquema colaborativo.
- ♣ Apoyar a los tomadores de decisión en las universidades y los gobiernos para sostener proyectos emblemáticos que ofrezcan un camino traducible y defendible antes las demandas sociales.
- ♣ Presentar y articular un discurso coherente y anclado en la realidad que facilite la cooperación con los países desarrollados, desde una posición más igualitaria y centrada en las necesidades detectadas.

Por su parte, los responsables de las redes avanzadas han mencionado la importancia de las videoconferencias como herramienta de uso extensivo y que demuestra la potencialidad de la red. Desde el lado técnico señalaban proyectos de malla o IPv6; pero ante la pregunta de cuáles son las áreas prioritarias o los proyectos que deberían acometer, emergía un consenso: salud (telemedicina), educación y cambio climático (y/o desastres naturales). Luego, cultura, en sentido amplio, agricultura y/o biotecnología.

La revisión de documentos, la necesidad de respuestas sociales, las entrevistas realizadas, muestran que existen algunas áreas que pueden focalizar iniciativas comunes en la región a fin de colaborar activamente con los pares internacionales.

Esta identificación de prioridades se alinea con aquellas definidas por los gobiernos de la región (salud, educación); se conecta con miradas de cambios en el patrón de

desarrollo productivo (productos naturales orientados a la exportación y/o promesas de la biotecnología, efectos del cambio climático, eficiencia energética), y tiene sentido al recordar el rol del Estado Nación (prevención o mitigación de desastres, mantención de la identidad).

Por ello, los beneficios comparativos se encuadran en un listado más acotado que aunque todavía es amplio, pone algunos énfasis para concentrar los esfuerzos de articulación:

- ♣ Cambio Global: involucra proyectos como modelamiento del cambio climático, monitoreo y prevención de desastres (por ejemplo, deforestación, fenómeno del Niño y de la Niña, entre otros).
- ♣ Salud-Telemedicina: desde sistemas avanzados basados en operaciones remotas, redes de hospitales de I&D, enfermedades regionales, a tele-consultas en comunidades rurales. Las necesidades en la región en este aspecto determinan la agenda.
- ♣ Agricultura (Biotecnología-Genómica): enfocada en la protección nacional de las variedades nativas o de alto impacto como productos naturales (y hasta principios activos) orientados a la exportación. Involucra esfuerzos de decodificación.
- ♣ Educación: entendida como *e-Learning* en el nivel de la educación superior, debido a la progresiva internacionalización de plataformas y herramientas colaborativas que también cubren la educación técnico-profesional y el sistema secundario.
- ♣ Acervo cultural y conocimiento: en dos dimensiones a) digitalización de las colecciones y acervos culturales, y b) énfasis en la dimensión social del conocimiento (sistemas de acceso a la información nacional e internacional con mecanismos equitativos y modernos).

Además, la elección de cinco áreas claves está basada en el siguiente análisis:

1. Las TIC pueden ser un sector en sí mismo o son tecnologías transversales para todos los sectores de la actividad económica. Salvo excepciones, en América Latina aún no se convierten en motores de la actividad económica. No está consolidada una industria de *hardware* o *software* regional que compita a escala mundial con naciones emergentes de Asia (que representarían un parámetro a comparar).
2. Las mismas TIC, en el ámbito de las redes avanzadas, más que un área prioritaria, es una tecnología habilitante como concepto (base para la e-ciencia) o un conjunto de servicios que viabilizan desafíos de investigación y colaboración para resolver demandas o participar en el entorno global de cooperación científica.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> En este documento no se han profundizado los elementos técnicos de las redes avanzadas en pos de articular agendas más estratégicas.

3. Del análisis de los países desarrollados se desprende que las aplicaciones prioritarias cubren todas las áreas del conocimiento. También existe la visión de “mostrar” su impacto en desafíos sociales que justifiquen la alta inversión.
4. Ello ofrece una gama de áreas extensiva, pero ¿cómo se viabiliza en la región? Los documentos de política científica nacionales no asignan, en su mayoría, un rol a las redes avanzadas como articuladoras de prioridades definidas de I&D. De hecho, es difícil encontrar un común denominador regional respecto de prioridades por áreas. La agenda, cuando existe, es de una amplitud que no consigue una identidad de propósito. Por ejemplo, existen articulaciones en biotecnología históricamente fuertes entre Argentina y Brasil; manufactura o TIC en algunos países del Cono Sur, agricultura en Centroamérica, y astronomía, dada la cercanía a los observatorios, en Chile. Pero, nuevamente, ¿se puede hablar de áreas prioritarias desde México a la Patagonia?
5. Pese a ello, existen algunos consensos básicos articulados en la última década, los que permiten dar un giro para, en el contexto de CLARA y las redes avanzadas de América Latina, fijar focos. Estos son:
  - a) La región sigue siendo una exportadora de *commodities*. En el modelo imperante, su desafío es agregar valor a sus exportaciones para competir en un mercado global. Más allá de los juicios, predomina un modelo orientado a la inserción de las economías en la globalización. Por ello, se priorizan exportaciones que, a grandes rasgos, son productos agrícolas, pecuarios, acuícolas, forestales o materias primas. Hay excepciones, por cierto, como manufactura en México o Brasil, esfuerzos de Chile por el área de servicios globales; instrumentación en países de tamaño medio; políticas orientadas en algunos países a una mayor autosuficiencia alimentaria o mayor complejidad productiva dado el inmenso mercado interno (Brasil, México o Argentina). Empero, en el cuadro regional no hay un actor que sea un “tigre asiático” de alta tecnología, la nueva India o el Silicon Valley latino en exportación de *software*.
  - b) Hay consenso en que la educación es el camino para un mayor desarrollo y un imperativo que se desprende de las desigualdades sociales que vive América Latina. No sólo hay que reforzar universidades de excelencia que compitan de igual a igual en el mundo de la producción científica, sino que también hacer efectiva la cobertura y calidad de la educación básica, media y técnica. Ligado a lo anterior, una malla básica de protección social requiere cobertura y calidad de la salud que debe ir desde servicios y modelos básicos de atención a excelencia en la tecnología para ofrecer oportunidades de igualdad y estado del arte.
  - c) Un modelo basado en recursos naturales depende del desafío visible que es el cambio climático. No sólo consiste en atacar los históricos desastres naturales como terremotos, inundaciones, huracanes y la precariedad de las respuestas de la sociedad. El cambio climático obliga a la investigación de las causas y sus consecuencias, los modelos de intervención, la predicción, el uso más eficiente de los recursos naturales y la búsqueda de nuevas fuentes energéticas. Conocer cómo



se modifica el clima y sus consecuencias tiene repercusiones para las condiciones de vida de millones de personas.

Cada país podrá contar con prioridades nacionales (por ejemplo, minería y acuicultura en Chile, petróleo en Venezuela, biocombustibles y nanotecnología en Brasil); pero estas grandes áreas pueden representar el mínimo común denominador desde donde convocar a los países.

Los proyectos en estas áreas permitirán que las universidades y los gobiernos y, a su vez, toda la población, pueda observar resultados palpables, aunque sea con miradas de largo plazo, sobre el posicionamiento e importancia de contar con estas infraestructuras. Son apremiantes, se requiere masa crítica, ofrecen soluciones a largo plazo, y permiten conectarse con la mejor experiencia y avance internacional.

La buena noticia es que existen proyectos emblemáticos en redes de la región que apuntan exactamente a estas líneas. Y que en este documento se han reseñado como casos ilustrativos que iluminan la diversidad de miradas para acometer un desafío.

### **3.6 FACTORES A FORTALECER**

Existe, por último, un conjunto de factores que se deben fortalecer para que las redes avanzadas se consoliden como un espacio de investigación y se involucren en proyectos colaborativos de largo alcance, con impacto social y regional.

#### **3.6.1. El factor tecnológico**

Es imperativo para la región contar con el poder negociador que da la propiedad de la fibra. LA TAREA de las redes (con mayúscula) es conectar las capitales de Brasil, Argentina, Chile, Perú e idealmente Colombia y Venezuela. Así, las redes nacionales pueden concentrarse en la expansión territorial y la articulación nacional e internacional de sus comunidades.

Es clave encontrar la opción de conexión de México que se articula con Centroamérica (Troncal Regional). Su cultura muestra históricamente un alto grado de colaboración en el ámbito de la educación superior y podría ser uno de los ejes del discurso.

Por último, si la red avanzada nacional quiere transformarse en una herramienta útil, es necesario revisar el estado del arte de la conexión local, y realizar las ampliaciones de ancho de banda que se adecuen a las necesidades proyectadas.

La propiedad de la fibra, finalmente, no es sólo un tema negociador. Es condición de vigencia tecnológica ya que puede experimentar con nuevas tecnologías que se utilizan en la

puntas de esta red a fin de ser un “campo de prueba” de nuevos servicios que la empresa privada no podría desplegar.

### **3.6.2 El rol articulador y político**

La región se beneficiaría de la colaboración activa con Brasil, que es un dinamizador a escala regional. Su liderazgo en investigación es indiscutible y su rol en apoyar a los demás países está bien demostrado.

Es preciso avanzar desde el actual apoyo retórico a la formulación de políticas públicas y la destinación de recursos financieros sostenidos en el tiempo. Esa legitimidad permite acometer cada vez con mayor solvencia proyectos de gran envergadura con la seguridad que da el horizonte de largo plazo. No se puede esperar un organismo regional que tome esta bandera a corto plazo; son los Estados los llamados a cumplir este rol, a ellos les pertenece.

Las redes avanzadas de la región deben abrirse con prontitud al mundo privado de la I&D y organismos como hospitales, centros de investigación, colaboración productiva con el mundo escolar y de la cultura. Es su legitimidad política en una región donde los recursos públicos son escasos y se fomenta la participación de la innovación en la actividad de ciencia y tecnología.

Resulta claro que para sustentar el apoyo público se necesitan más proyectos que de manera fehaciente demuestren el poder social de la red para resolver problemas extendidos y desafíos de la región. Para las grandes mayorías los gigabits dicen poco. Las redes hablan de manera más elocuente cuando albergan proyectos que fomentan y consolidan la educación superior, modelan el cambio climático, previenen y monitorean desastres naturales, identifican el genoma de las especies nativas y sus aplicaciones, extienden la medicina en todas sus variantes a todas las regiones del país, insertan en el mundo el acervo de su patrimonio cultural y fomentan el acceso igualitario a la información pública y científica.

Con ello no se afirma que hay que dejar de lado la investigación en ciencias de la computación per se. De lo que se trata es de apuntar a lo esencial: proyectos claros y emblemáticos que muestren el rol dinamizador de las redes y la colaboración internacional en atacar problemas de competitividad, calidad de vida y futuro de la población en países que aún experimentan agudas desigualdades sociales.

## **IV. Conclusiones**

Lo que hoy exige la sociedad a sus Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación es infinitamente más desafiante porque los resultados y productos deben aprobar un nuevo examen: su transferencia efectiva hacia la sociedad bajo la forma de soluciones que mejoren la calidad de vida de las poblaciones que financian esos esfuerzos.

¿Cuáles son las tendencias futuras de las redes avanzadas?

Por razones económicas y técnicas, las redes avanzadas serán las primeras impulsoras o “industria” que decide ser “dueña” de la fibra oscura e iluminarla con el equipamiento que represente el estado del arte. Se convertirán en el laboratorio más potente de lo que será el sistema de telecomunicaciones distribuido del futuro. Un sistema de telecomunicaciones donde los dueños no son los operadores tradicionales, sino las redes avanzadas, y donde los usuarios definirán su “última milla” y los servicios que desean.

¿Cómo escalarla?, ¿cómo llegar a lugares remotos combinando tecnologías de fibra e inalámbricas?, ¿cuáles mecanismos de ancho de banda a pedido serán los apropiados? Las respuestas provendrán de esas mismas comunidades.

Las redes más sólidas serán aquellas que alineen sus objetivos con la política científica del país. El diálogo fluido con los responsables de materializar la Sociedad del Conocimiento debe conducir al financiamiento estable de la operación o infraestructura de las redes avanzadas para que sean las plataformas que viabilizan la I&D de avanzada.

Aquí el discurso no sólo es de la “demanda”. Los gobiernos y la política científica pueden encontrar en CLARA un aliado y un articulador que promueve proyectos a escala regional con lecciones para todo el continente. Desde el “hacer” se ilustran modelos exitosos y mecanismos para que la colaboración en investigación indique caminos de desarrollo e illustre políticas a reforzar entre los países.

Vivimos un mundo de datos y este escenario crecerá vertiginosamente con sensores en todas las áreas. Cada sensor es un dato, y todos ellos deben ser manejados, recuperados y visualizados. Es más que factible que un esfuerzo global con cientos de investigadores se trasladará desde una investigación básica a problemas claves del futuro que tienen implicancias de política pública. Y estos son: modelamiento del cambio global, genómica, salud, prevención y mitigación de desastres naturales; acervos educacionales y culturales, y energía.

Cada una de estas áreas tendrá desafíos asociados, pero del infinito número de prioridades, las presiones sociales provendrán de nodos muy precisos. Son desafíos globales con particularidades nacionales. Y aquí las redes avanzadas deben conceptualizarse como “plataformas transversales”. Su inserción en el futuro se observa en la Internet más veloz, y colaborativa para sus actores. Pero en algún momento, desde otra perspectiva, serán transparentes. Carreteras públicas requeridas para que la I&D simplemente dé respuesta a problemas concretos.

Y en este punto se aquilatan nuevas lecciones y desafíos:

- ♣ El solo llamado a concursos o fondos sin una visión y exigencias de colaboración que produzcan sinergias, no conduce a esfuerzos sostenidos en el tiempo y con los impactos requeridos, o a infraestructuras nacionales.
- ♣ Una red que no produce externalidades de redes; es decir, que no cuenta con la membresía completa de su comunidad, tiene problemas de legitimación para acceder al financiamiento nacional.
- ♣ Desde el sector universitario la presión la colocan los usuarios más activos y que requieren estas facilidades. Si bien es parte de las prioridades de las universidades, es probable que sus promotores sean las instituciones más dedicadas a la investigación. A la vez, el simple hecho de una globalización de la enseñanza las coloca en el escenario del uso masivo de videoconferencias y sistemas colaborativos para la educación.
- ♣ El sector privado es un motor de la I&D en países desarrollados. Por ello, las redes han flexibilizado sus políticas de uso para que ingresen otros actores.
- ♣ Los hospitales públicos crecientemente, y con ayuda de los gobiernos, serán actores claves, dadas las necesidades en todos los países de la telemedicina en sus diversas manifestaciones.
- ♣ Por último, en la educación la tendencia que se avizora indicaría que los modelos y enseñanzas de esta red se trasladen a ese sector. Dependerá fuertemente de la políticas educacionales de cada gobierno o Estado el nivel de conectividad y grado de colaboración con las redes avanzadas.

¿Cuál es la síntesis?

Una suerte de nuevo operador de telecomunicaciones, con una identidad marcada hacia sus usuarios, donde se prueba lo que en cinco o diez años más será una Internet para sectores más amplios de la población. Es su misión histórica; señalar y abrir caminos para tecnologías que posteriormente se traspasarán al sector comercial. Es

En América Latina, CLARA representa la articulación de las redes avanzadas locales para propiciar su creación como espacio regional de colaboración. Su capacidad de gestión ya se ha probado en el impulso a la generación de redes locales en a lo menos seis países de la región, en su capacidad técnica y de contraparte con Europa, y su esfuerzo por visibilizar las redes avanzadas y prospectar posibilidades de uso entre las comunidades científicas.

La tarea no está exenta de desafíos: CLARA debe conjugar la pericia técnica para mantener la red avanzada en la frontera tecnológica, junto con una capacidad de convocatoria para construir y mantener una comunidad de uso cada vez más extendida. Son dos habilidades distintas que requieren contrapartes locales en sintonía con ese doble propósito y con capacidades de ejecución en estos dos ámbitos.

Vivimos en una región de países dispares. La heterogeneidad institucional con la que trabaja la Dirección de CLARA es reflejo de lo anterior, mas no es una condición insalvable. De hecho, opera en el contexto de un continente que se caracteriza por esa

heterogeneidad, la que se refleja en las estructuras de numerosas instituciones regionales. A diferencia de las naciones desarrolladas, no existe una política explícita de apoyo a las redes avanzadas como infraestructuras habilitantes de la I&D en los documentos públicos de esta área. Es cierto que hay excepciones, pero son las menos.

Tampoco ningún organismo regional ha tomado, como discurso constante y validado por un apoyo económico, la mirada a largo plazo tendiente a construir la integración de sus comunidades de investigación vía redes avanzadas. Ello se verifica más bien en proyectos de I&D del BID y OEA; pero no en las estrategias de otros organismos o foros de tipo más político.

La ausencia es también la oportunidad para que los organismos regionales adopten un discurso en torno a las redes avanzadas. En esta coyuntura, emerge la necesidad de consolidar una infraestructura de redes avanzadas interconectada entre sí y, a su vez, con las principales redes avanzadas del mundo como un patrimonio y un bien público regional que debe ser debidamente salvaguardado por los países al asegurar su uso, su perdurabilidad y su impacto en la mejora de la calidad de vida de los habitantes de la región.

Los intereses de la ciencia y la potencialidad de colaboración internacional cubren todos los planos, pero la inserción de las redes avanzadas en la región debe darse en un contexto específico a fin de asegurar su pertinencia y viabilidad como infraestructura habilitante.

Hoy, las políticas públicas en distintos ámbitos apuntan a un mediano plazo donde se logre instalar una economía con un fuerte componente de conocimiento que se traduzca en una aceleración del crecimiento económico, sustentable ambientalmente, con mejoras en la calidad de vida para toda la población, con reducciones significativas de las brechas de pobreza y de desigualdades en la distribución del ingreso, y con los consiguientes aumentos de cohesión y equidad social.

Hay cuatro elementos a considerar. El primero es el énfasis en las políticas de innovación en la región. El desafío radica en que la innovación se da en el mercado; mientras la estructura de ciencia y tecnología en la región no es potente en el ámbito de la innovación empresarial.

En segundo término, persisten desigualdades y demandas sociales donde se pide a la inversión de los países –y a la misma investigación– soluciones visibles en la aplicación del conocimiento.

En tercer lugar, la región ha adoptado un modelo donde su estrategia apunta a agregar valor a sus exportaciones basado en el conocimiento a fin de mejorar su posición relativa en los fenómenos de globalización.

Por último, hay desigualdades respecto de la masa crítica de investigadores, tamaño de sus mercados, e institucionalidad de CTI.

Todo lo anterior conduce a girar el discurso hacia el ámbito donde se intersectan las capacidades de investigación científica y tecnológica, las necesidades sociales y los desafíos que implica el tránsito hacia la llamada Sociedad del Conocimiento.

La estrategia apunta, por tanto, a definir algunas áreas prioritarias que convoquen desde diversos frentes a la colaboración y viabilidad de las redes avanzadas. Ello se sustenta en la potencialidad de estas áreas para ser articuladoras de proyectos donde pueden colaborar muchos actores desde sus especificidades, donde es factible dar saltos escalares, que otorgan un argumento de legitimidad frente a desafíos sociales, y que se insertan en el discurso de las políticas públicas.

Esos focos, detallados en la sección 3.5 de este documento, son:

- ♣ Agricultura (Biotecnología-Genómica).
- ♣ Salud-Telemedicina.
- ♣ Educación (*e-Learning*).
- ♣ Cambio Global.
- ♣ Acervo cultural y conocimiento.

Es aquí donde las TIC aparecen como tecnologías transversales presentes en todos los sectores de la actividad económica y que viabilizan desafíos de investigación y colaboración para resolver demandas o participar en el entorno global de cooperación científica. Más específico, mallas, web semántica, redes ópticas, minería de datos, seguridad en redes, modelamiento, computación de alto desempeño, realidad virtual, comienzan a tener un discurso concreto hacia las necesidades y como herramientas de la investigación aplicada.

Un aspecto destacable es que tanto en los países desarrollados, como en la región, hay proyectos precisos que ya atienden estas demandas y también experiencias sólidas de incorporación de las redes avanzadas como parte de las infraestructuras básicas para la investigación científica y tecnológica (principalmente, Brasil, México y Colombia). Los dos primeros países por su tamaño y tradición histórica, y en el caso de Brasil, por una articulación política explícita que ofrece el amparo para proyectos de alcance nacional. Para Colombia es el avance sostenido desde el punto de vista de una institucionalidad y articulación con sus comunidades de usuarios.

En estos casos, el nodo local no sólo es advertido como un agente técnico, sino que como una entidad capaz de articular y organizar voluntades, que dispone de interlocución y de capacidad de cabildeo con los actores de decisión en el campo político y ha conseguido utilizar la red para la ejecución de proyectos que no sólo son paradigmáticos por su despliegue técnico, sino que son incluyentes, participativos y con resultados y productos apropiables.

Ello es relevante ya que una parte importante de los proyectos que hoy ocupan las infraestructuras de malla, por ejemplo, han sido propuestos por las contrapartes europeas, pero sus resultados son apropiables a escala local. Esa clase de esfuerzos no puede continuar siendo el capital de las instituciones locales, sino que se requiere un marco nacional donde insertarlos. De lo contrario, corren el peligro de no trascender o no lograr el impacto deseado.

El mensaje que persiste en este análisis es que los saltos incrementales no son fáciles de lograr. Pero la política pública sí juega un rol para frenar o acelerar ciertos desarrollos. Tal como se han observado avances claves de Colombia, es factible pensar que Chile y Argentina podrían haber mantenido en mayor grado la posición relativa de veinte años atrás, si hubiesen contado con un apoyo institucional más consistente.

Esta heterogeneidad lleva a considerar una estrategia de inserción diferenciada en los órganos de decisión y en los *stakeholders* de cada nodo local. La apropiada caracterización de las situaciones por país debería servir de insumo para delinear estrategias pertinentes para fortalecer los núcleos locales, empoderar a sus directivos y conseguir visibilidad pública (lo que implica superar el abismo entre la retórica política y la práctica de la gestión pública).

En la agenda de las prioridades de políticas públicas de algunos países con carencias severas hay temas tan urgentes de resolver que, en este punto, hay que revisar la óptica de la red avanzada. Nuevamente, la estrategia de inserción diferenciada sigue siendo válida en la medida en que la red avanzada debe posicionarse como un recurso valioso para las prioridades programáticas de la autoridad política, más que un espacio restringido para una elite de científicos.

Ello refuerza la definición de prioridades amplias que hagan sentido a las autoridades políticas como respuesta nacional y posibilidad de saltos incrementales que otorga la colaboración.

Es clave recordar, como se detalló anteriormente, que casi todas las redes avanzadas están gobernadas por instituciones sin fines de lucro, lo que les brinda una flexibilidad y dinamismo que si fuese combinado con un fuerte apoyo público nacional en su membresía y financiamiento, las convertiría en instrumentos aún más poderosos del desarrollo de sus naciones.

Como corolario, hay un conjunto de acciones precisas que emprender para consolidar esta infraestructura:

**Colocar en la agenda de la política pública de CTI de cada país el rol de las redes avanzadas como infraestructuras básicas**

Implica asegurar un financiamiento que aunque sea menor, persista en el tiempo. Este es un hecho político que otorga legitimidad y, a la postre, puede ser más relevante que un apoyo, producto de una declaración de autoridades políticas en un encuentro internacional. Este último es importante y favorece lo anterior, pero la legitimación local con una línea de presupuesto permite un horizonte mayor que supera el gobierno de turno.

**Definir prioridades para cada red avanzada**

Una infraestructura nacional que articula tecnología, proyectos, capacitación, despliegue, impulso a la e-Ciencia, o un núcleo pequeño con alta calidad de servicios, donde

se especializa en un foco: conectividad nacional e internacional de primer nivel. En este último caso, el dinamismo en el uso debe ser dado por otros actores (universidades, empresas, regiones, gobierno).

### **Un discurso público más inclusivo**

Un tema no menor es la pertinencia de las investigaciones que utilizan las redes avanzadas y su caracterización, ya que es claro que el discurso científico no sirve para difundir resultados en la lógica de la política. Un esfuerzo de divulgación queda pendiente cuando hay tan poca presencia pública de lo que se hace en las redes avanzadas.

Ello apunta a desarrollar un “discurso público” más vinculado con las necesidades sociales que la red avanzada podría satisfacer y dejar de lado la “jerga” técnica que termina por aislar los esfuerzos del nodo local o encapsularlos en la comprensión de un público “iniciado”.

### **Poblar la red avanzada de proyectos de I&D legitimados y emblemáticos**

Requiere actuar sobre los fondos nacionales que financian proyectos de investigación en ciencia y tecnología. Todos los países de América Latina disponen de ellos como herramientas de asignación de recursos por vías concursables y competitivas. Una política de discriminación afirmativa, que premie el uso de las redes avanzadas en proyectos de investigación puede ser el camino. En segundo término, financiamiento específico para proyectos que usen redes avanzadas con características precisas: áreas prioritarias, colaboración internacional, medición de impacto, tiempos breves de evaluación y ejecución. La experiencia en Colombia y Ecuador respaldan esta opción.

### **Extender la base de socios**

Las entidades locales que administran las redes nacionales deben reestudiar sus políticas de membresía y de venta de servicios en pos de generar infraestructuras nacionales de servicios de redes avanzadas, con barreras de ingreso mínimas, costos de operación contenidos y servicios diseñados para satisfacer requerimientos específicos de los usuarios finales. Esta política agresiva de ampliación de sus usuarios requiere no sólo cubrir todo el sector universitario, sino abrir las redes avanzadas a entidades de gobierno, centros de investigación independientes, colaboración productiva con el mundo escolar y de la cultura y a empresas innovadoras. La región demanda en sus políticas un esfuerzo mayor del sector privado en I&D que requiere una apertura real hacia ese sector. Dar un salto escalar y no incremental implica repensar las redes como infraestructuras nacionales para la ciencia y la tecnología y no como un recurso privativo de las universidades e instituciones que hoy día son socias. Es su legitimidad política en una región donde los recursos públicos son escasos y se fomenta la participación de la innovación en la actividad de ciencia y tecnología.



### **Repensar la relación con los proveedores de telecomunicaciones**

Salvo excepciones, no ha sido una relación fructífera y usualmente las redes avanzadas han sido vistas casi como competidores. Ello conduce como imperativo de sobrevivencia a disponer de fibra oscura como un activo estratégico y cooperar desde una relación más igualitaria.

Lo anterior requiere colocar sus avances en cuanto a tecnología de alta velocidad en pos de miradas tendientes a llegar con soluciones de banda ancha real a amplios sectores. Es el área donde la tecnología se hace visible, ofrece caminos y ejemplos y otorga legitimidad política. Las redes avanzadas, con empoderamiento de su fibra, pueden ser casos emblemáticos para que los gobiernos vean opciones factibles de cumplir sus sueños de gran ancho de banda.

Santiago de Chile, noviembre de 2009.

## **Anexo: Breve estatus de las redes conectadas a RedCLARA**

**País:** Argentina

**Nombre de la red:** Innova|Red

**Sitio web:** [www.innova-red.net](http://www.innova-red.net)

**Descripción:** Innova|Red es la red nacional de Argentina que reemplazó a RETINA (Red TeleINformática Académica), que operó desde 1990 hasta 2006 y era administrada por la asociación civil Ciencia Hoy. En marzo de 1994 conectó al 80 por ciento de la comunidad científica y académica a Internet. Desde 2001 administraba el proyecto RETINA2 de acceso a Internet2 y redes académicas avanzadas e impulsaba el desarrollo de estas redes en Argentina.

El 18 de diciembre de 2006 se firmó un convenio entre la Secretaría de Comunicaciones de la Nación (SECOM), la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECYT), y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Con él se buscaba que la Fundación INNOVA-Tec<sup>23</sup> (Organización no Gubernamental creada en 1993 por el CONICET en el marco de la ley núm. 23.877) gestionara la conexión internacional con el sistema de redes avanzadas, y tomara a su cargo la operación nacional de la misma dentro del proyecto denominado Innova|Red.

A la fecha forman parte de Innova-Red 42 universidades e instituciones de alta enseñanza, ocho laboratorios nacionales de investigación y cinco agencias gubernamentales

**País:** Brasil

**Nombre de la red:** Red Nacional de Enseñanza e Investigación / RNP

**Sitio web:** [www.rnp.br](http://www.rnp.br)

**Descripción:** La Red Nacional de Enseñanza e Investigación (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, RNP) es la infraestructura brasileña de red avanzada para colaboración y comunicación en enseñanza e investigación.

Está administrada por la Asociación RNP, organización privada sin fines de lucro, constituida en 1999 al término del proyecto RNP, creado en 1989 por el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq). En 2002, la Asociación RNP fue calificada por el gobierno federal como una organización social.

---

<sup>23</sup> El objetivo de la Fundación es "promover la innovación tecnológica a través de la investigación y desarrollo, el dictado de cursos, seminarios, cátedras, publicaciones y toda otra actividad docente y académica, la transmisión de tecnología y la asistencia técnica, como instrumento de mejora de la actividad productiva de bienes y servicios". Ver <http://www.innovat.org.ar/Objetivos.html>. En un plano más operativo, administra proyectos de I&D financiados por el CONICET, la ANPCyT y por recursos de organismos nacionales y/o internacionales; promueve y gestiona servicios y transferencia de tecnología por parte de Unidades Ejecutoras del CONICET; opera la Red Nacional de Investigación y Educación de Argentina, a través del Proyecto Innova|Red, e impulsa proyectos estratégicos en el área de las energías alternativas.

Hoy la red conecta a cerca de 600 instituciones, lo que incluye a prácticamente todas las unidades de investigación e instituciones públicas de enseñanza superior de Brasil, además de otras organizaciones de enseñanza e investigación públicas y privadas como universidades, escuelas técnicas del Ministerio de Educación, hospitales e instituciones de fomento a la investigación.<sup>24</sup>

**País:** Chile

**Nombre de la red:** Red Universitaria Nacional / REUNA

**Sitio web:** [www.reuna.cl](http://www.reuna.cl)

**Descripción:** La Red Universitaria Nacional, REUNA, está administrada por una corporación de derecho privado sin fines de lucro. Se creó en 1992, a partir de la existencia de la primera red universitaria conectada a Internet desde 1986. En 1998 se transformó en REUNA2, la primera red de alta velocidad de América Latina.<sup>25</sup> En agosto de 2000 se integró a las redes académicas avanzadas, mediante la conexión a Internet2.

La misión de REUNA se articula sobre un doble propósito: desarrollar, operar y administrar la red avanzada nacional y diseñar, fomentar y apoyar la gestión de proyectos de I&D. A la fecha, REUNA ha obtenido financiamiento para más de 30 proyectos colaborativos de carácter nacional e internacional y la elaboración y ejecución de proyectos que utilicen la red avanzada es uno de los servicios que la Corporación entrega a sus socios.<sup>26</sup>

**País:** Colombia

**Nombre de la red:** Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada / RENATA

**Sitio web:** [www.renata.edu.co](http://www.renata.edu.co)

**Descripción:** En Colombia, la red avanzada es administrada por la Corporación Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada, RENATA, entidad sin fines de lucro, con personalidad jurídica propia, de participación mixta, cuyo objetivo es promover el desarrollo de la infraestructura y servicios de la red de alta velocidad, su uso y apropiación, junto con articular y facilitar acciones para ejecutar proyectos de educación, innovación e investigación científica y tecnológica.

Además, RENATA promueve el desarrollo de nuevos proyectos que usen de manera extensiva la red avanzada, como el proyecto de Bibliotecas Digitales,<sup>27</sup> y la realización de acciones de formación y capacitación de recursos humanos, desarrollo de seminarios, cursos

---

<sup>24</sup> Hay tres categorías de miembros: a) instituciones primarias vinculadas con los ministerios de Educación y de Ciencia y Tecnología; b) instituciones secundarias, que requieren colaboración en actividades permanentes de educación o de investigación con las instituciones primarias, y c) instituciones temporales que colaboran con las instituciones primarias y/o secundarias en proyectos por plazos determinados. Debido a la extensión del listado, la nómina completa se puede revisar en el sitio web de RNP: <http://www.rnp.br/conexao/instituicoes.php>.

<sup>25</sup> Administraba una red de banda ancha de 155 Mbps que conectaba a todas las instituciones socias. Para una cronología del desarrollo de la red física, ver <http://www.reuna.cl/index.php/es/red/cronologia-de-la-red>.

<sup>26</sup> La nómina de proyectos ejecutados y en ejecución está en <http://www.reuna.cl/index.php/es/proyectos/proyectos-en-ejecucion> y <http://www.reuna.cl/index.php/es/proyectos/proyecto-ejecutados>.

<sup>27</sup> Ver <http://www.bdc.org:8080/>.

o eventos nacionales o internacionales en temas relacionados con las redes avanzadas y su apropiación.

Hay tres entidades de gobierno involucradas en RENATA: el Ministerio de Comunicaciones, el Ministerio de Educación y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS. Aunque RENATA es una entidad sin fines de lucro, recibe financiamiento estatal y funciona en dependencias de COLCIENCIAS.

**País:** Ecuador

**Nombre de la red:** Consorcio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado / CEDIA

**Sitio web:** [www.cedia.org.ec](http://www.cedia.org.ec)

**Descripción:** La Fundación Consorcio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado, CEDIA nació en septiembre de 2002 con la firma de la creación del consorcio en el Palacio de Gobierno en Quito. En su formación participaron inicialmente siete instituciones de educación superior, dos organismos públicos, y dos instituciones de investigación y desarrollo científico. En enero de 2003, el Ministerio de Educación y Cultura aprobó su estatuto.

La primera versión de la red entró en operación en enero de 2005, a partir de una troncal que cubría a seis provincias del Ecuador.

**País:** El Salvador

**Nombre de la red:** Red Avanzada de Investigación, Ciencia y Educación Salvadoreña / RAICES

**Sitio web:** [www.raices.org.sv](http://www.raices.org.sv)

**Descripción:** RAICES es una asociación privada sin fines de lucro creada en enero de 2004 que reúne a siete instituciones de educación superior salvadoreñas.

Entre sus objetivos se cuenta promover y coordinar el desarrollo de redes de telecomunicaciones y cómputo, enfocadas al desarrollo científico, educativo y de investigación en El Salvador, y promover el desarrollo de nuevas aplicaciones que sean de provecho para la comunidad académica y el país, y que hagan uso de la tecnología de las redes avanzadas.

**País:** Guatemala

**Nombre de la red:** Red Avanzada Guatemalteca para la Investigación y Educación / RAGIE

**Sitio web:** [www.ragie.org.gt](http://www.ragie.org.gt)

**Descripción:** La Red Avanzada Guatemalteca para la Investigación y Educación es una asociación civil sin fines de lucro constituida por universidades, institutos de investigación y otras instituciones dedicadas a la investigación y educación, que desarrolla proyectos para el logro de sus fines a través de redes y la explotación de las telecomunicaciones.

Sus actuales miembros son siete universidades y una empresa de telecomunicaciones.

**País:** México

**Nombre de la red:** Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet / CUDI

**Sitio web:** [www.cudi.edu.mx](http://www.cudi.edu.mx)

**Descripción:** La Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI) es una asociación privada sin fines de lucro fundada en abril de 1999 e integrada por las universidades mexicanas.

Su misión es promover y coordinar el desarrollo de una red de telecomunicaciones de la más avanzada tecnología y amplia capacidad, enfocada al desarrollo científico y educativo en México.

CUDI es el organismo que maneja el proyecto de la red avanzada en México y busca impulsar el desarrollo de aplicaciones que utilicen esta red, al fomentar la colaboración en proyectos de investigación y educación entre sus 222 instituciones afiliadas, entre las que se cuentan universidades, instituciones, centros de investigación y organismos internacionales.

**País:** Panamá

**Nombre de la red:** Red Científica y Tecnológica / RedCyT

**Sitio web:** No tiene un sitio activo.

**Descripción:** REDCYT (Red Científica y Tecnológica) es una fundación sin fines de lucro con base académica, creada en septiembre de 2002, cuyo propósito es fomentar el desarrollo del interés científico y tecnológico del país. REDCYT también representa la red física que unirá a los establecimientos de investigación y de enseñanza superior y les brindará acceso a la información y a las nuevas aplicaciones.

**País:** Perú

**Nombre de la red:** Red Académica Peruana / RAAP

**Sitio web:** <http://www.raap.org.pe/>

La Red Académica Peruana (RAAP) se creó en abril de 2003. Es una asociación civil sin fines de lucro que cuenta con el patrocinio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYTEC, y la participación de diversas instituciones públicas y privadas.

Su misión es promover la investigación científica y tecnológica, las relaciones entre los investigadores y los centros de investigación, la capacitación y el intercambio de conocimiento en estos ámbitos, mediante el uso intensivo de las tecnologías de la información y comunicación, y el uso de nuevas tecnologías de Internet.

**País:** Uruguay

**Nombre de la red:** Red Académica Uruguayaya / RAU

**Sitio web:** [www.rau.edu.uy/redavanzada](http://www.rau.edu.uy/redavanzada)

**Descripción:** La Red Académica Uruguaya (RAU) es una iniciativa de la Universidad de la República, administrado por el Servicio Central de Informática de la Universidad (SeCIU) que opera desde 1988. Reúne a las facultades, escuelas, institutos y servicios de la Universidad de la República y otras entidades de educación superior e investigación del país.

RAU busca ser un ámbito de integración, comunicación y discusión al servicio de los objetivos de la educación, la investigación y las transformaciones de la sociedad.

**País:** Venezuela

**Nombre de la red:** Red Académica de Centros de Investigación y Universidades Nacionales / REACCIUN

**Sitio web:** [www.cenit.gob.ve](http://www.cenit.gob.ve)

El Centro Nacional de Innovación Tecnológica (CENIT) es una fundación adscrita al Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología (MPPCT), creada mediante decreto presidencial el 17 de abril de 2006. Su objetivo es la investigación, el desarrollo y la innovación en el área de las tecnologías de comunicación e información, según las necesidades del modelo socioproductivo del país. Esta entidad administra desde 2007 REACCIUN, Red Académica de Centros de Investigación y Universidades Nacionales.

Este documento fue concluido por los autores en noviembre de 2009; en diciembre del mismo año se inició el proceso de revisión y edición que concluyó en enero de 2010.

