

# ESTADO, DESARROLLO Y PERSPECTIVAS DE LAS REDES REGIONALES ACADÉMICAS DE ALTA VELOCIDAD\*

## *State, Development and Perspectives of High-Speed Regional Academic Networks*

Luis Alejandro Flétscher Bocanegra\*\*  
 Dago Hernando Bedoya Ortíz\*\*\*

Primera versión recibida el 6 de Febrero de 2009; versión final aceptada el 3 de Marzo de 2009

### SÍNTESIS

*Este artículo presenta los resultados finales del proyecto de investigación: "Estado, desarrollo y perspectivas de las Redes Regionales Académicas de Alta Velocidad (RRAAV)", inscrito en el Centro de Investigaciones de la Universidad Católica Popular del Risaralda, en el marco de la convocatoria interna 006 del 2006.*

*El documento se encuentra estructurado de manera tal que, en una primera sección, se realiza la presentación formal del proyecto, enfatizando en sus orígenes, justificación y metodología seguida. Posteriormente, se realiza la presentación de los resultados obtenidos a partir de las diferentes visitas e indagaciones realizadas, para finalmente, como conclusión y aporte, plantear un modelo de desarrollo de la e-ciencia en el país, entendido este como el marco de integración de los actores sociales con la infraestructura tecnológica avanzada ofrecida por las Redes Académicas, para de esta forma convertirlas en elementos transformadores de la realidad científica, económica y social de Colombia.*

**DESCRIPTORES:** *Redes Académicas de Alta Velocidad, Nuevas Tecnologías aplicadas a la investigación, e-ciencia.*

### ABSTRACT

*This paper presents the results of the research project "State, Development and Perspectives of the High-Speed Regional Academic Networks (HSRAN)," carried out at the Research Center of the Universidad Católica Popular de Risaralda.*

*The article is divided into three parts. The first describes the origins, rationale and methodology of the research project. The second part presents the results obtained from the collected empirical data. Finally, the third section proposes a model for the development of e-science in Colombia, under which social actors and advanced technological infrastructure provided by the academic networks are integrated and turn into transformative elements of Colombia's scientific reality and socio-economic development.*

**DESCRIPTORS:** *Academic high-speed networks, new technologies applied to research, e-science*

\* Este artículo es un producto de la investigación "Estado, desarrollo y perspectivas de las redes regionales académicas de alta velocidad", registrado en el Centro de Investigaciones de la Universidad Católica Popular del Risaralda en la convocatoria N° 006 del 2006 y perteneciente al grupo TICS.

\*\* Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad del Cauca. Especialista en Gerencia de Proyectos de Telecomunicaciones, Universidad del Rosario. Docente, Programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Católica Popular del Risaralda. luisf@ucpr.edu.co.

\*\*\* Ingeniero de Sistemas, Universidad Antonio Nariño. Especialista en Auditoría de Sistemas, Universidad Antonio Nariño. Aspirante a Magister en Ciencia, Tecnología y Sociedad, Universidad Nacional de Quilmes Argentina. Coordinador Académico, Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada. RENATA. dbedoya@renata.edu.co.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una tendencia mundial encaminada a generar recursos tecnológicos destinados exclusivamente a servir de soporte a labores académicas y de investigación. Dentro de las principales herramientas desarrolladas para tal fin se encuentran las denominadas Redes Regionales Académicas de Alta Velocidad (RRAAV), las cuales se conforman a partir de la interconexión de instituciones educativas y centros de investigación por medio de enlaces de comunicaciones de alta velocidad (Bedoya y Fletscher, 2006).

Si bien es cierto que el papel preponderante de estas redes es una realidad, en Latinoamérica y más específicamente en Colombia, su desarrollo e implantación se está iniciando hasta ahora; encontrando casos de éxito que son fruto de experiencias y motivaciones individuales, más que de procesos basados en la evolución vivida por proyectos exitosos similares. Es así como en el país existen en el momento siete redes regionales, las cuales una vez interconectadas conforman la Red Nacional de Tecnología Avanzada (RENATA), constituyéndose ésta en el nodo principal de Colom-

bia y elemento de interconexión con sus equivalentes en el resto del mundo (Bedoya y Fletscher, 2006).

De esta forma, el proyecto realizó una investigación de tipo exploratoria, la cual buscaba definir el estado del arte de las redes regionales de alta velocidad implementadas hasta el momento en el país, sus respectivos procesos de desarrollo y las proyecciones planteadas en cuanto a despliegue de servicios. Para lograr una visión integral se definieron unas categorías de análisis que incluían, entre otros, aspectos relacionados con su evolución y desarrollo, la estructura de organización administrativa, legal y tecnológica, así como los proyectos en curso y a implementar sobre dichas plataformas.

## EL CONCEPTO DE E-CIENCIA

Con la creación de Arpanet, la que posteriormente evolucionó en lo que hoy conocemos como Internet, hace su aparición un nuevo concepto, el de "Red Académica de Alta Velocidad (RAAV)", entendida ésta como una red tecno-económica<sup>1</sup> apoyada por enlaces de comunicación de gran capacidad de transmisión que per-

1 "... es un conjunto coordinado de actores heterogéneos -por ejemplo: laboratorios públicos, centros de investigación tecnológica, empresas, organizaciones de financiación, usuarios y gobierno- que participan activamente en la concepción, desarrollo, producción y distribución o difusión de procedimientos para producir bienes y servicios, algunos de los cuales dan origen a transacciones de mercado." (Callon, 1992:73)

sigue el desarrollo científico, académico e investigativo de una región particular, a la vez que genera conocimiento y progreso económico - social; convirtiéndose en punto de apoyo para la infraestructura de alto nivel científico en I+D<sup>2</sup> de los países (Arocena, 2003).

En este contexto, hace su aparición igualmente el término e-ciencia, atribuido originalmente al Director General de Consejos de Investigación de Ciencia y Tecnología de Inglaterra (OST), el Dr. John Taylor, quien basó su filosofía en la incremental dependencia de la ciencia actual del trabajo colaborativo apoyado por redes de alta velocidad.

La e-ciencia podría definirse entonces, como la generación de ciencia, innovación y nuevo conocimiento apoyado por las TIC, las cuales proveen altas velocidades de transmisión, almacenamiento y procesamiento, facilitando el acceso a recursos a gran escala, fomentando el trabajo colaborativo entre grupos y permitiendo la interacción a nivel global (Pourailly, 2006).

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO Y METODOLOGÍA SEGUIDA

### Justificación

Como se puede observar, con el advenimiento de las Redes Académicas de Alta Velocidad y su rápido despliegue alrededor del mundo, surge la necesidad de establecer marcos de referencia que permitan a las instituciones decididas a desarrollar soluciones de este tipo, contar con una guía que les alimente las experiencias vividas por sus pares al desplegar iniciativas similares y les facilite la labor que están llevando a cabo.

En este contexto, el desarrollo del presente proyecto contribuye a la generación de un referente para las futuras implementaciones de Redes Académicas Regionales, lo que colabora en el proceso de enriquecimiento en el tema y propicia el mejor aprovechamiento de las facilidades que brindan este tipo de iniciativas, buscando a su vez llenar la brecha existente entre los desarrollos prácticos que se han iniciado, y su respectivo fundamento conceptual,

2 "El término I+D engloba tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental. La investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada. La investigación aplicada consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico. El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos basados en los conocimientos existentes, derivados de la investigación y/o la experiencia práctica, dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; al establecimiento de nuevos procesos, sistemas y servicios; o a la mejora sustancial de los ya existentes." (Manual de Frascati, 1993:13)

permitiendo que futuras investigaciones tengan a ésta como referencia desde el punto de vista teórico y marco contextual para su trabajo (Bedoya y Fletscher, 2007).

### **Metodología seguida**

Conforme a la estructura planteada para el desarrollo de la investigación y teniendo en cuenta que el insumo principal fueron las experiencias vividas por cada una de las Redes, se utilizó una metodología basada en la recolección sistemática de información por medio de encuestas, entrevistas dirigidas y semi-estructuradas, visitas a las regionales y recopilación de documentos, los cuales posteriormente fueron analizados y procesados con el fin de concluir comportamientos comunes.

Para lograr un análisis preciso de la información recolectada se definieron cinco categorías generales que enmarcaban el trabajo realizado por las Redes Académicas a lo largo de su proceso de consolidación. Dichas categorías son:

- Procesos de creación y desarrollo
- Planeación estratégica
- Estructura administrativa
- Procesos tecnológicos
- Servicios

Cada una de estas categorías fue subdividida en elementos de análisis que

permitieran mayor detalle y facilitaron la generación de conclusiones. Dentro de estos elementos se incluyen los procesos de participación, el registro y difusión de la información y la planeación que tuvo lugar en cada una de las redes estudiadas.

Finalmente, se estableció un panorama sobre los posibles caminos de desarrollo y un marco de referencia para la implementación de soluciones de este tipo, los cuales se socializan en el presente documento, base conceptual y metodológica tanto para las redes ya establecidas, como para las redes que están en proceso de conformación.

### **Población estudiada**

Para el desarrollo del proyecto se visitaron 6 de las Redes Académicas Regionales de Alta Velocidad conformadas en Colombia: RADAR (Risaralda, Caldas, Quindío, Tolima, Huila), RUAV (Valle del Cauca), UNIREN (Bucaramanga), RUP (Popayán), RUMBA (Barranquilla) y RUMBO (Bogotá D.C.).

## **3. RESULTADOS OBTENIDOS**

El desarrollo de iniciativas de eficiencia plantea oportunidades emergentes relacionadas con la generación de conocimiento, fruto de una nueva forma de investigar, donde la ciencia es impulsada por

el recurso en sí mismo y se brinda la posibilidad de establecer centros virtuales pluridisciplinarios que pueden estar dispersos geográficamente, pero concentrados en un mismo objetivo, siendo por lo tanto protagonistas las Redes Académicas de Alta Velocidad como facilitadoras de las conexiones entre los diversos centros.

Sin embargo, el desarrollo de una Red Académica involucra la suma de voluntades y un proceso de planeación que tenga en cuenta aspectos económicos, técnicos, sociales y de la población objetivo que se impactará con el desarrollo de la solución. Un ejemplo de estas sinergias y procesos colaborativos se aprecia en países como Argentina y Chile, donde ya se cuenta con diversas experiencias de éxito, las cuales han permitido desplegar servicios y aplicaciones encaminadas a garantizar transmisiones de alta calidad, video bajo demanda o en directo, colaboración en grupo, teleinmersión, transmisiones masivas y supercomputación en malla, potenciadas por una comunidad investigativa que trabaja en red y una planeación prospectiva que demanda el establecimiento de alianzas estratégicas y fuentes externas de inversión.

Teniendo como ideal de desarrollo el panorama descrito anteriormente, a continuación se presentan los resultados más relevantes, obtenidos a partir del procesamiento, clasificación y análisis de la información fruto de las entrevistas y visitas realizadas a cada una de las redes regionales. Dicho análisis se realiza en conformidad con los objetivos planteados para el proyecto y se estructura como base para el modelo propuesto y las conclusiones del mismo.

### **Desarrollo histórico seguido por las redes regionales**

La recopilación de información respecto al desarrollo histórico de las diferentes Redes Regionales permitió identificar que los primeros trabajos se iniciaron hacia el año 2002, con un grupo de personas interesadas en la temática, quienes se encargaron de jalonar las intenciones de las universidades en que laboraban y a partir de esto estructurar un proceso no necesariamente planeado, el cual iba tomando forma conforme el gobierno nacional planteaba las primeras directrices.

Sin embargo, tal como lo reflejan las siguientes gráficas, en su gran mayoría las redes no tienen documentado dicho proceso, y las que lo poseen lo trabajaron a modo de re-

lato publicado en sus sitios web, lo que deja el componente asociado a la experiencia adquirida, en la memo-

ria de quienes participaron, desapareciendo éste en el instante en que dichas personas abandonaron la red.

Figura 1. Documentación del desarrollo histórico de las redes



Otro aspecto que fue posible observar a raíz de las entrevistas, es que los procesos en sus inicios fueron liderados por los directores de los departamentos de sistemas de las diversas universidades, lo que evidencia entre otras cosas que las Redes Regionales se dieron más como una iniciativa tecnológica, que como una necesidad de soporte a la investigación, evidenciando una ruptura entre dos de los pilares de la e-ciencia.

### Procesos de desarrollo seguidos para el establecimiento y conformación de las redes académicas regionales

Tal como se mencionó en el ítem anterior, el proceso de conformación de una RRAAV inicia generalmente con el acuerdo de diversas

voluntades, las cuales una vez reunidas deben buscar el mejor camino de desarrollo para el proyecto que se iniciará. Por este motivo, en el campo tecnológico se acostumbra la realización de ciertos estudios previos al despliegue de una solución. A continuación se analiza la preponderancia que se le dio a dichos estudios al iniciar el desarrollo de las diferentes Redes regionales.

### Estudios previos realizados

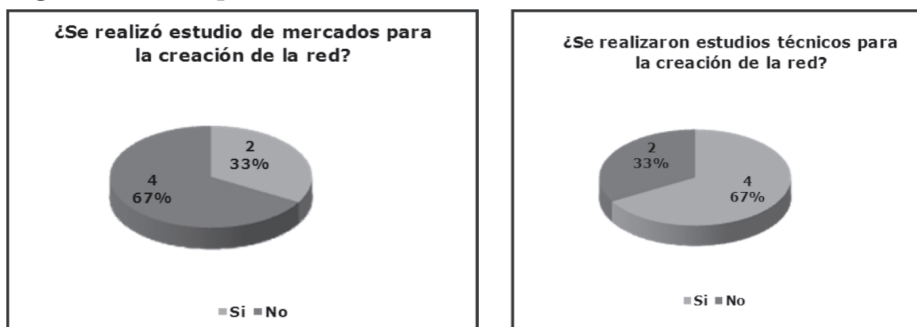
Los resultados obtenidos permiten deducir que, en su mayoría, las redes se centraron en los aspectos técnicos requeridos para la implantación de la solución, ya que de las seis organizaciones visitadas cuatro realizaron estudio técnico, frente a solamente dos que se preocuparon por conocer las necesidades del mercado in-



terno y externo, es decir, no hubo una indagación sobre los requerimientos reales de las institucio-

nes a las que pertenecían y de la comunidad en la cual se desplegaría la solución.

Figura 2. Estudios previos realizados



Desde el punto de vista técnico, los estudios realizados consistieron en la confrontación de las propuestas de diferentes proveedores y el análisis de soluciones similares tanto a nivel nacional como internacional. En la mayoría de los casos se estructuraron grupos de expertos que tomaron la decisión de la mejor alternativa a implementar, y estuvieron al tanto del desarrollo que se diera en este campo.

**Proceso de selección del proveedor**

Puesto que la conformación e implementación de una Red Regional implica un alto componente tecnológico que generalmente no poseen las Universidades, se hace necesario incluir a terceros para que brinden la infraestructura de conectividad necesaria. Sin embargo, existen diferentes mecanismos para involucrar a los proveedores en el proyecto. De esta forma, se ob-

servó que el 83% de las Redes Regionales decidieron abrir un proceso licitatorio para la selección de su proveedor, argumentando entre otras razones las ventajas en cuanto a precios y valor agregado que una competencia de este tipo brindaría.

Por otra parte, la única red que decidió hacer un proceso de selección directo tuvo como razón principal los procesos que previamente se habían adelantado con dicho proveedor y los beneficios adicionales que ofrecieron para las instituciones conformantes, tales como planes de internet de menor precio para estudiantes y administrativos, canal de televisión gratuito y telefonía corporativa.

Los contratos generados a partir de las respectivas licitaciones en su mayoría se establecieron a un año, con el condicionamiento de generar nuevos procesos si no se cum-

plía con las expectativas de las instituciones, lo que en gran medida muestra el poder de negociación que adquiere un cliente de estas proporciones frente a proveedores que tradicionalmente eran quienes imponían sus condiciones.

En cuanto a los proveedores participantes y seleccionados, existió un alto interés por parte de compañías nacionales y extranjeras, propiciado en gran medida por la importancia que a nivel mundial están tomando estas iniciativas y la gran cantidad de usuarios potenciales que una red de este tipo tiene.

### **Planeación estratégica de las redes regionales**

En todo proyecto se hace fundamental que la organización utilice efectivamente sus fortalezas con el objeto de aprovecharse de las oportunidades externas y reducir a un mínimo el impacto de las amenazas. Así mismo, las actividades de formulación, de ejecución y evaluación de estrategia hacen posible que el éxito del proyecto sea más cercano (David, 1997).

Por las razones expuestas anteriormente, se realizó una indagación detallada sobre el proceso de planeación estratégica que las diferentes redes siguieron durante su etapa de desa-

rrollo, obteniendo los resultados presentados a continuación.

### ***Formulación de plan estratégico para la red***

El plan estratégico emana las directrices para el actuar de una organización, razón por la cual se hace muy importante su existencia, ya que esto garantiza el contar con unas metas claras y un norte para el desarrollo de la red (Ogliastri, 1992). Sin embargo, a raíz del estudio realizado sólo una red posee un plan estratégico formalmente estructurado, estando en las demás, en el mejor de los casos, en proceso de construcción .

Lo anterior muestra la ausencia desde el inicio del proceso, de una estructura organizada que permitiera garantizar paso a paso la selección de las mejores alternativas conforme a los objetivos planteados, desembocando en una situación donde a partir de algo ya existente se debe realizar una planeación para poder aprovecharlo, contrario a lo ideal, que es llevar a cabo un proceso metódico desde la concepción de la idea.

### ***Existencia de misión, visión y objetivos para las redes***

Si bien es cierto en el ítem anterior se denota la ausencia de una planeación estratégica para las re-



des, por otro lado se logra observar que las personas encargadas de su coordinación sí se han preocupado por enunciar una misión, visión y objetivos que reflejen el actuar de las mismas, con el condicionante que esto no

hace parte de un trabajo enmarcado dentro de una intención global, sino que por el contrario se evidencia como esfuerzos individuales por dar ciertos lineamientos a las actividades y desarrollo de las redes.

**Figura 3. Existencia de misión, visión y objetivos para las redes**



Sobre los objetivos es importante decir que todos se encaminan hacia la generación de nuevo conocimiento y el servir de soporte a las tareas investigativas, lo que muestra que la filosofía inicial con que se estructuraron las redes académicas ha sido bien interpretada y asimilada por las diferentes regiones del país.

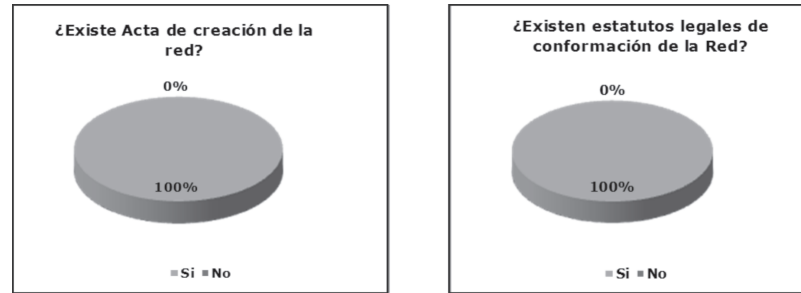
**Aspectos relacionados con la conformación**

Desde el punto de vista de conformación de las redes, es innegable que en todos los casos se tuvo un especial cuidado por dejar claro los aspectos relacionados con la estructura de las mismas, lo que es entendible si se tiene en cuenta que

en ellas confluyen tanto instituciones públicas como privadas regidas por diferentes marcos legales y tributarios a nivel nacional, lo que conlleva a prestar atención a los estatutos emanados, ya que se requiere que estén en concordancia con la normatividad vigente y que permitan la participación de estamentos de diferentes sectores.

Conforme a lo anterior, se observa que en la totalidad de los casos se establecieron actas de creación de las redes y estatutos legales para la conformación de las mismas, con el fin de dar el sustento que la ley exige y garantizar que las instituciones participantes no incurrieran en ningún tipo de irregularidades.

Figura 4. Aspectos relacionados con la conformación de las redes



### **Infraestructura tecnológica que brinda soporte al funcionamiento de las redes académicas regionales**

Dado el tipo de solución tecnológica que es una Red Académica Regional de Alta velocidad, es tema obligatorio indagar sobre su constitución a nivel de infraestructura y las principales características que al respecto tiene. Por esta razón, a continuación se presentan los resultados obtenidos luego de verificar las condiciones de funcionamiento con que cuentan las diversas RRAAV visitadas.

### ***Topología seleccionada y seguimiento a la red***

Se evidencia una tendencia a manejar una topología en estrella, la cual permite que las diferentes instituciones se conecten a un punto central (Tanenbaum, 2003), propiedad del proveedor seleccionado para tal fin, el que a su vez se conectará con la Red Nacional.

En cuanto al seguimiento al desempeño de las redes, sólo una institución manifestó contar con documento propio para llevar un registro del tráfico que cursaba; en los demás casos se espera el informe que el proveedor del servicio entregue, el cual especifica mes a mes el nivel de utilización que se ha presentado sobre sus enlaces. En tal sentido, se espera que a medida que la utilización de la red vaya creciendo y el número de usuarios sea mayor, la documentación propia igualmente se haga indispensable y se generen dichos procesos.

### **Proyectos (servicios y aplicaciones) en funcionamiento y pensados para soportarse en este tipo de redes**

Probablemente el campo donde mayor trabajo se debe realizar y mayores oportunidades se presentan, es el referente a los servicios que actualmente se encuentran corriendo

sobre estas redes, ya que a partir de las entrevistas se logró observar una carencia de propuestas en este sentido, siendo las redes utilizadas en el mejor de los casos para la realización de videoconferencias y catálogos bibliográficos compartidos.

### *Servicios corriendo sobre las redes*

En cuanto a los servicios disponibles en cada una de las redes, es importante mencionar que ninguna de ellas reportó tener un portafolio definido, lo que puede ser una de las razones por las cuales los usuarios no hacen una explotación continua de dichos recursos, desconociendo en muchos casos el verdadero potencial que tienen en sus instituciones. Igualmente, se encontró que algunas universidades han colocado sus canales de televisión y emisoras sobre la red, pero más como esfuerzos individuales que como proyectos conjuntos de toda una organización.

En lo referente a los grupos de investigación, existe interés por plantear proyectos que aprovechen esta infraestructura, sin embargo en la mayoría de los casos se encuentran en proceso de definición y en otros de espera a que los comités coordi-

nadores planteen unas políticas claras para su desarrollo.

## 4. MODELO PROPUESTO

A continuación se presenta una síntesis del modelo propuesto para el desarrollo de la e - Ciencia en Colombia, el cual se soporta sobre la infraestructura de alta velocidad desplegada y los diversos actores que conforman nuestra sociedad<sup>3</sup> (Bedoya y Flétscher, 2008).

### **Esferas de la e-ciencia**

Buscando realizar un análisis sistémico de las relaciones resultantes de la e-ciencia y su impacto en el desarrollo económico y social, se ha planteado un modelo basado en diagramas de Venn, originario de la teoría de conjuntos. Dicho modelo permite visibilizar tres esferas con sus posibles relaciones, las cuales se pretende den respuesta a inquietudes tales como ¿qué es la e-ciencia?, ¿Qué áreas incluye la e-ciencia?, ¿Estas relaciones qué impacto tienen en la sociedad científica y cuál es su posible aplicación social?, ¿Qué impacto tienen en el desarrollo económico y social de un país?, ¿Quiénes y cómo deben participar en su desarrollo?

<sup>3</sup> El modelo ha sido planteado en su totalidad y socializado por los autores a través del artículo "La e-ciencia, una propuesta para el desarrollo económico y social del país", publicado en la revista Educación en Ingeniería (ACOFI) (ISSN 1900 - 8260) N. 5 (Junio de 2008)

El modelo está planteado desde la potencialidad del término, es decir, busca ante todo maximizar los posibles impactos positivos que dichos desarrollos, fruto de las interacciones entre los actores, puedan tener en las diferentes dimensiones de la sociedad. Para tal fin se han establecido tres esferas: los escenarios, los actores y los servicios; las cuales a través de su interacción facilitan y potencian la aparición de la e - Ciencia en el país. A continuación se realiza una breve descripción de cada una de ellas.

### *A. Escenarios de la e-ciencia*

Se entiende por escenarios de la e-ciencia, aquellos espacios donde se desarrolla y se intercambia producción científica; incluyendo además de los tradicionales (Laboratorios científicos, instituciones universitarias, laboratorios de empresas de I+D, centros de investigación, entre otros), los nuevos espacios digitales en donde con apoyo de TIC se adelantan procesos de investigación, siendo estos, recursos que acercan a los científicos, aumentan la capacidad de procesamiento y almacenamiento, y sirven para difundir avances de la ciencia y las aplicaciones desarrolladas en torno a ella (Taylor, 2006). Estos nuevos escenarios son soportados por las RAAV.

### *B. Servicios*

Desde el punto de vista académico, la colaboración científica e investigativa se desarrolla mediante la implementación de proyectos conjuntos que son soportados por las facilidades de la Red, así como mediante la posibilidad de acceder a información, profesionales especializados o recursos tecnológicos que no posee una institución pero que están disponibles a través de otro de los miembros de la RAAV.

En este marco, se entiende por servicios las aplicaciones y los recursos reales y prácticos que pueden ser utilizados para I+D y que emplean la infraestructura de red generada por la esfera de los escenarios (Cebrian, 1998).

Ésta es una de las esferas que más esfuerzo requiere, y es allí donde realmente se logra evidenciar la utilidad práctica del modelo, ya que dichos servicios dan cabida a transacciones de mercado e información, convirtiéndose en fuente potencial de desarrollo económico y social.

Igualmente, es fundamental lograr que los servicios generados en las Redes Académicas de Alta Velocidad lleguen y sean aprovechados rápidamente por la industria, para que nuevos productos fruto del esfuerzo de científicos apoyados por

esta infraestructura, terminen en innovaciones que transformen realidades y posibiliten la generación de riqueza y bienestar para mejorar el nivel de vida de los habitantes.

### **C. Actores**

El planteamiento de los actores de la e-ciencia, a la par de ser novedoso, también resulta algo extraño, máxime cuando en el recorrido de investigación sobre dicho tema no se hace referencia en ningún momento a las personas que explotarán o serán beneficiadas con este tipo de iniciativas, dando la impresión de que el desarrollo fuera exclusivo de las máquinas y que correspondiera solamente a ellas la obtención de resultados.

Si bien es cierto las máquinas y la red son fundamentales en este proceso, no se debe perder nunca de vista que éstas son sólo herramientas, siendo por consiguiente esencial y prioritaria la intervención humana, ya que sin ella sería imposible pensar en la posibilidad de algún tipo de desarrollo. Así, esta esfera se convierte en el pilar más importante del modelo, y es de suma importancia contar con una buena base de actores interesados, preparados y comprometidos en el despliegue de las demás esferas, garantizando de tal manera el futuro del proceso.

Conforme a lo expuesto anteriormente, el mapa de actores planteado inicia con la relación de la academia, el gobierno y empresas de I+D, complementado y articulado con la presencia de la sociedad civil, la cual debe ser el objetivo de los avances que se obtengan en la e-ciencia. Por consiguiente, no sólo se pretende desarrollar ciencia de alto nivel, sino que adicionalmente se busca un impacto en el ciudadano común, convirtiéndose éste por lo tanto, en un polo a tierra para la e-ciencia.

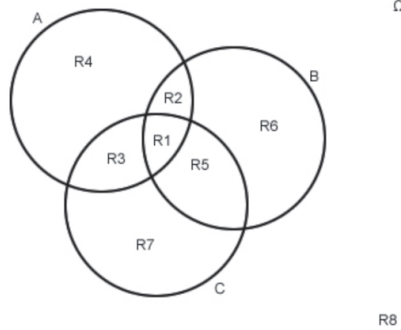
### **Intersecciones de las esferas**

Un elemento fundamental para el desarrollo de la e-ciencia es progresar en cada una de las esferas mencionadas y lograr que empiecen a interactuar entre ellas, cada esfera debe ser así, un engranaje que permita el movimiento dinámico del proceso, de manera tal que sus relaciones vayan preparando caminos de desarrollo para la creación de nuevos productos y servicios y el fortalecimiento de las áreas que representan. Es por ello que vale la pena analizar el resultado de las intersecciones entre los diferentes conjuntos planteados, para lo cual se ha utilizado un sistema de representación gráfica basado en diagramas de Venn- Euler, con el fin de visualizar los resultados am-

parados en la teoría de conjuntos (Kleiman, 1992).

Es así como se han seleccionado ocho regiones producto de las relaciones resultantes entre los conjuntos, identificando las siguientes operaciones:

Figura 5. Diagrama de relaciones



(Fuente: Elaboración de los autores)

Donde:

A= Servicios. B= Actores.

C= Escenarios.

### A. Plataforma tecnológica, recursos humanos

La intersección  $R_5$  plantea la relación eficiente y desarrollada entre los escenarios y los actores; en este caso particular la plataforma tecnológica. En otras palabras, esta situación se da cuando se cuenta con Redes Académicas de Alta Velocidad funcionales y los actores que intervienen en ellas son consientes de su utilidad, encontrándose suficientemente preparados y organizados para abordar los retos planteados por la e-ciencia, pero sin una gama de servicios desarrollados que

permita aprovechar estas potencialidades. Este es el caso colombiano.

### B. Desarrollo tecnológico

La intersección  $R_3$  plantea por otro lado, un eficiente y avanzado desarrollo entre escenarios y servicios, generando por consiguiente un alto nivel de desarrollo tecnológico, pero dejando cuestionamientos en el impacto y desarrollo social. Conforme a lo anterior, se observa como dicho desarrollo es puramente tecnológico y técnico, con poca interacción de los grupos de investigación, lo que de antemano se sabe muy difícil de materializar, ya que su consolidación estaría basada en esfuerzos individuales con altos montos de inversión, más que en un verdadero trabajo de construcción colectiva.

### C. Desarrollo económico y social

La intersección  $R_2$  sugiere un teatro donde se han desarrollado considerablemente los servicios y los actores, impactando de manera favorable a la sociedad en la cual está inmerso, generando tanto bienestar como desarrollo económico y social, fruto del aprovechamiento de las TIC para la ciencia.

Llegar a este estado sólo es posible con una alta dosis de ingenio y disposición, puesto que al no estar suficientemente desarrollados los escenarios, se carece de una sólida infraestructura tecnológica que permita el despliegue de soluciones generadoras de cambio.



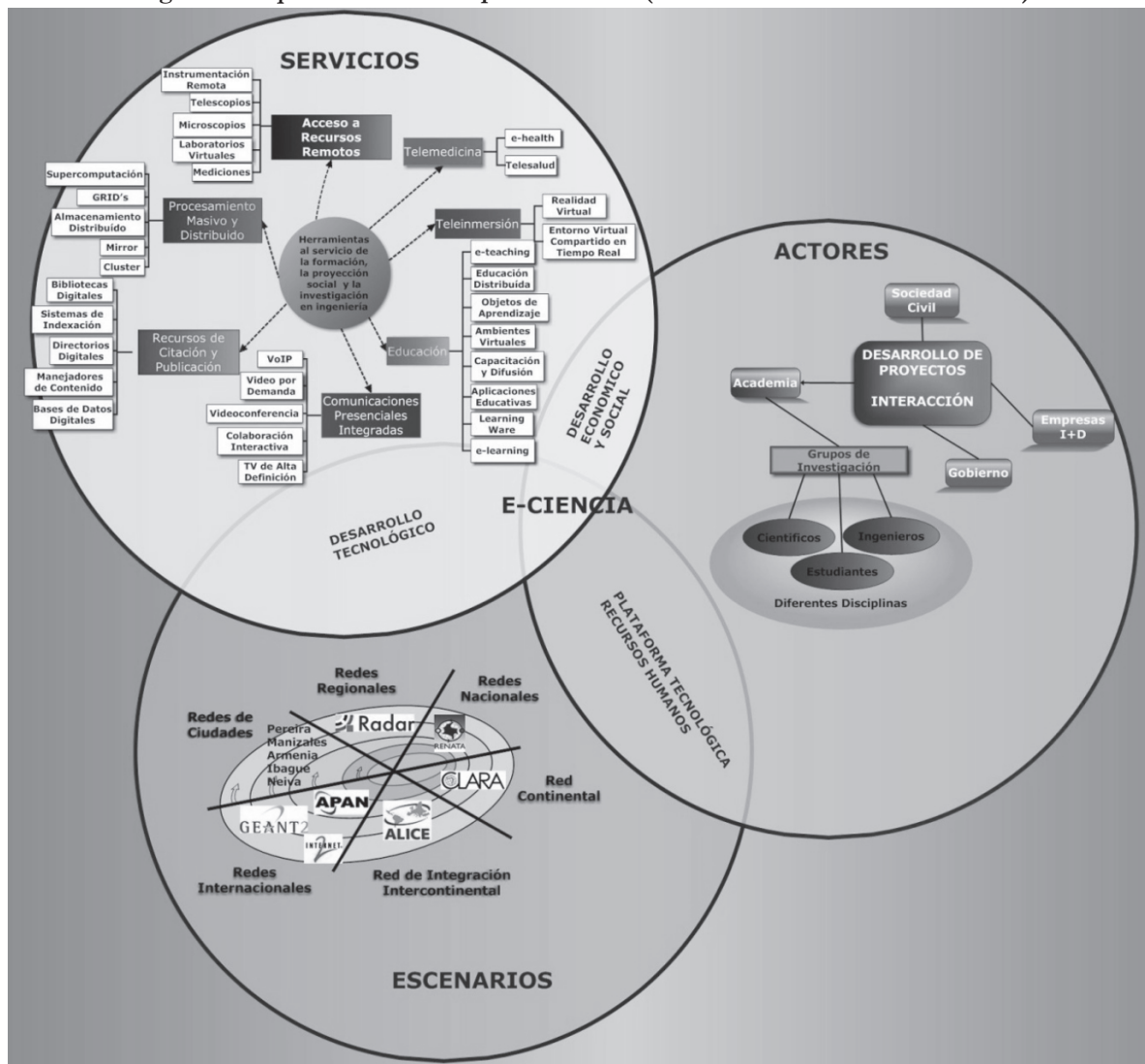
## Taxonomía de la e-ciencia para Colombia

Por último, la intersección y el desarrollo de todas las esferas, es lo que se ha llamado e-ciencia, entendiéndose ésta como el resultado de: una buena preparación del personal dedicado a la ciencia y la innovación, la dotación de recursos tecnológicos de avanzada y el desarrollo de servicios eficientes que impacten al país, a su industria y a la sociedad en general; estructurándose como el marco ideal de trabajo, cuyos

productos necesariamente contribuirán al avance del país.

Esta relación ideal es la que pretende plantearse como la taxonomía de la e-ciencia para Colombia, la cual apoyaría las áreas claves de desarrollo científico del país con recursos de alto nivel. La figura siguiente presenta un sistema totalmente relacionado de tipo complejo, donde se evidencia que para alcanzar el fin último de la e-ciencia, es necesario el desarrollo, la interacción y compromiso de todas las esferas.

Figura 6. Esquema de e-ciencia para Colombia (Fuente: Elaboración de los autores)



## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las metodologías y herramientas utilizadas para realizar academia e investigación han venido cambiando de la mano con los adelantos tecnológicos. Es así como hoy se está viviendo una realidad en la cual se cuenta con grandes autopistas de información puestas al servicio de aquellos que dedican sus esfuerzos a generar y transmitir conocimiento. Sin embargo, más allá de las realidades, es fundamental observar el compromiso y espíritu colaborativo que se ha despertado en actores gubernamentales, privados y la academia por construir y disponer de recursos para el bien común, logrando un pequeño avance en esa tan anhelada integración entre las fuerzas conformantes de la sociedad.

Si bien las redes académicas existentes en la actualidad transitaron un camino inexplorado hasta el momento para ellas, es fundamental que las nuevas iniciativas que en este campo surjan no cometan los mismos errores que se evidencia sus predecesoras cometieron, ya que como se observó durante el desarrollo de la investigación, nunca hubo una planeación formal que permitiera dilucidar unos objetivos y metas claras, que llevaran a realizar una serie de acciones encami-

nadas a lograrlos. Por el contrario, conforme iban apareciendo nuevas situaciones se actuaba de la que se consideraba la mejor manera. Por estas razones, se espera que las Redes Regionales emergentes inicien su proceso con la formulación de un plan, donde la solución tecnológica sea una más de las etapas y no el punto de llegada.

Las RAAV son una tendencia a la cual no se puede ser ajeno, y de la que todavía están por verse muchos desarrollos. Amparados en ellas vendrán adelantos muy importantes para la ciencia y la tecnología generados por investigadores y académicos de todo el mundo. Si bien es cierto, la Ministra de Comunicaciones el 24 de enero del 2006 presentó oficialmente la Red Nacional de Tecnología Avanzada (RENATA), la realidad es que hasta el momento se está iniciando el proceso de discusión y desarrollo de las aplicaciones que van a implementarse sobre dicha red, siendo por lo tanto una oportunidad para que la comunidad académica propicie un proceso de trabajo colaborativo con el fin de tener avances significativos que permitan llegar fortalecidos a la conexión con las redes mundiales.

Dentro de este ambiente de desarrollo, es importante considerar la característica multidisciplinaria que

debe tener el grupo responsable del nacimiento de la nueva red, ya que se requieren personas con formación técnica, pero igualmente aquellos que posean espíritu y conocimiento investigativo y social, porque en últimas el mayor impacto debe estar en estas áreas; no se debe olvidar que la red en sí es sólo una herramienta al servicio de la comunidad en la cual está inmersa.

En cuanto a la situación particular de Colombia, es innegable que las redes académicas de alta velocidad

ya son una realidad, lo que sin duda acerca cada vez más al concepto de e-ciencia, sin embargo, esto representa un reto para la academia, puesto que en gran parte la buena utilización y explotación que se haga de dichos recursos, dependerá de su capacidad para entender la nueva dinámica de trabajo y generar a partir de ella avances para un mundo conectado.

De la misma forma, la documentación y divulgación de las etapas del proceso y los resultados obtenidos



se convierten en un acervo importante, tanto para los futuros miembros de la red, como para aquellos proyectos de características similares que más adelante surjan, razón por la que se recomienda llevar una catalogación y archivo metódico del trabajo realizado, así como realizar reflexiones conducentes a publicaciones, que demuestren el nuevo conocimiento que la red como sistema interdisciplinar está generando.

Así mismo, es fundamental fortalecer las esferas de actores y servicios, conscientes de que probablemente esta última es la que más descuidada se encuentra en el momento. En esta labor, los grupos de investigación jugarán un papel preponderante, ya que en la medida en que logren enfocar sus capacidades y proponer soluciones que maximicen las potencialidades de las RAAV, se podrá alcanzar un verdadero impacto social y se materializará una nueva manera de hacer ciencia para todos.

Como recomendación es importante tener en cuenta que para un mayor impacto de las Redes Académicas de Alta Velocidad uno de los primeros aspectos a abordar es el relacionado con la capacitación que se debe dar a los integrantes de RENATA sobre la utilización de

la plataforma y los servicios en ella disponibles, de tal forma que sea posible incrementar la capacidad para aprovechar las nuevas propuestas tecnológicas.

Así mismo, es necesario expandir el proyecto RENATA, especialmente a los municipios, ya que esto brindará las condiciones tecnológicas necesarias para propiciar servicios que mejoren la calidad de vida, además de crear conciencia sobre la importancia de hacer ciencia mediante la vinculación de nuevos agentes y la participación más activa de quienes ya pertenecen a la Red.

Finalmente, buscando dar solución a la situación actual de desconocimiento y desaprovechamiento de los recursos que proveen las Redes de Tecnología Avanzada, se plantea como alternativa de solución la creación de proyectos interactivos que a través de portales brinden la posibilidad a los investigadores de conocer las iniciativas que se están elaborando, al igual que los problemas y soluciones que se presentan en las diferentes áreas del conocimiento, brindando de esta forma la posibilidad de ampliar la red de investigadores y abrir el panorama sobre futuros desarrollos.

## BIBLIOGRAFÍA

BEDOYA, Dago Hernando & FLÉTSCHER, Luis Alejandro (2008). "La e-ciencia, una propuesta para el desarrollo económico y social del país". En: Educación en Ingeniería. N. 5, (Junio de 2008); pp. 55-67.

BEDOYA, Dago Hernando & FLÉTSCHER, Luis Alejandro (2007). Las redes académicas de alta velocidad: soporte a la formación de ingenieros para el nuevo milenio. En: VI CONGRESO IBEROAMERICANO DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA Y XXVII REUNIÓN NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERÍA. (2007: Cartagena). Memorias del Evento. Bogotá: Acofi, 2008.

BEDOYA, D. H., & FLÉTSCHER, L. A. (2007). "Construcción de una red académica de alta velocidad - la experiencia RADAR". En: Scientia et Technica, XIII, N. 35, (Agosto de 2007); pp. 377-381.

BEDOYA, D. H., & FLÉTSCHER, L. A. (2006). "Y se crearon las redes académicas de alta velocidad... y vieron que eran bueno". En: Páginas, N. 76, (Septiembre de 2006); pp. 133-152.

BIANCO, M., & SUTZ, J. (2005). "Las formas colectivas de la investigación universitaria". En: Revista CTS, N.6, (Mayo de 2005); pp. 25-44.

CEBRIAN, J. L. (1998). La red. Madrid: Tauros.

DAVID, F. R. (1997). La Gerencia Estratégica. Bogotá: LEGIS.

GIBBONS, M., Limoges, a., & Nowotny, e. (1997). La nueva producción del conocimiento. Barcelona: Pomares - Corredor.

KLEIMAN, A., & Kleiman, E. d. (1992). Conjuntos aplicaciones matemáticas a la administración. México: Limusa.

OGLIASTRI, E. (1992). Manual de Planeación Estratégica. Santa Fé de Bogotá: Ediciones Uniandes.



POURAILLY, M. J. (2006). e-ciencia para el Chile del bicentenario: Experiencias, procesos y políticas. Chile: REUNA.

PREBISH, R. (1963). Hacia una dinámica del desarrollo Iberoamericano. México: Fondo de Cultura Económica.

STEINER, G. A. (1993). Planeación estratégica: Lo que todo director debe saber. México: Continental.

RENATA (2007). Red Nacional de Tecnología Avanzada. Disponible en: <http://www.renata.edu.co>. Consultado en: 24 de septiembre de 2007.

SÁBATO, J., & Botana, N. (1970). La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina. Santiago de Chile: Universitaria.

TANEMBAUM, A. S. (2003). Redes de Computadoras. México D.F.: Prentice Hall.

TAYLOR, J. (2006). National e-Science Center. Disponible en: <http://www.nesc.ac.uk/nesc/define.html>. Consultado en: 20 de agosto de 2007.

