

ARTÍCULO

TRECE AÑOS DE IPV6 EN MÉXICO. CASO UNAM

Azael Fernández Alcántara

Trece años de IPv6 en México. Caso UNAM

Resumen

Durante los últimos trece años el proyecto y grupo de trabajo de IPv6 de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ha establecido un hito en el despliegue de IPv6 en México, y ha continuado la realización de una serie de pruebas de IPv6 con diferentes sistemas operativos, equipos y aplicaciones, que le permitieron ofrecer las primeras conexiones IPv6 a muchos países alrededor del mundo, principalmente de América Latina y México.

En este artículo se presentan los principales retos, las experiencias y las perspectivas en el uso de IPv6 en México, en particular en la red de la UNAM para ofrecer conectividad IPv6. Se hace mención de las alternativas y los servicios implementados, debido a la falta de conexiones comerciales nativas IPv6, hasta hace poco, además del soporte IPv6 en los equipos de Backbone de la red de la UNAM (RedUNAM).

También se incluye la historia del desarrollo de IPv6 en México, sobre todo en la RNIE de México (CUDI), con las pruebas y los resultados obtenidos antes y después de la finalización del proyecto 6Bone en 2006, que marcó el comienzo de una importante fase de producción en el uso de IPv6; la transición continua de IPv4 a IPv6, y la coexistencia de ambas versiones.

Finalmente, se hace referencia a la cooperación y las actividades comunes entre muchas universidades de América Latina y la UNAM, como resultado de su red IPv6 experimental (RedUNAMv6) y el uso de muchas conexiones, antes y hoy en día, con la red de Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas (Red CLARA).

Palabras clave:

IPv6, IPv4, IPv6 en México, RedUNAM, CUDI, RNIE, Red CLARA

Thirteen years of IPv6 in Mexico. Case UNAM

Abstract

During the last thirteen years the IPv6 Project and Working Group of the National Autonomous University of Mexico (UNAM) has established a milestone in the deployment of IPv6 in Mexico, and has continued performing a series of IPv6 tests with different operating systems, equipments and applications, that allowed it to provide the firsts IPv6 connections to many countries around

the world mainly from Latin America and Mexico.

In this paper are presented the main challenges, experiences and perspectives in the use of IPv6 in Mexico, in particular in the UNAM network to offer IPv6 connectivity. Mentioning the alternatives and the implemented services due to the lack of commercial native IPv6 connections, until recently, and the IPv6 support in the Backbone equipments of the UNAM network (RedUNAM).

It is also included the history of the development of IPv6 in the Mexico – mainly in the NREN of Mexico (CUDI) - with the tests and results obtained before and after the end of the 6Bone project in 2006, which marked the beginning of an important production phase in the use of IPv6, the continuous transition from IPv4 to IPv6, and the coexistence of both versions.

Finally, are mentioned the cooperation and common activities among many universities in the Latin American region and the UNAM, as a result of its IPv6 experimental network (RedUNAMv6) and the use of many connections before and nowadays with the CLARA network (RedCLARA).

Keywords:

IPv6, IPv4, IPv6 in Mexico, RedUNAM, CUDI, NREN, Red CLARA

Introducción

Como una solución a las demandas provocadas por el crecimiento exponencial de Internet, la IETF (Internet Engineering Task Force) creó el proyecto IPng (Internet Protocol of Next Generation), conocido hoy como IPv6.^[1] Esta versión más reciente del protocolo de Internet (IP),^[2] tiene nuevas e importantes características que ya permiten superar las limitaciones del IPv4, usado actualmente en cualquier dispositivo conectado a Internet o a una Intranet, con la configuración de identificadores conocidos como direcciones IP, que hoy en día ya existen en las dos versiones del IP.

Entre las características más importantes de IPv6, destacan: espacio de direcciones prácticamente infinito; posibilidad de autoconfiguración de computadoras y ruteadores; mejor soporte a la computación móvil y al transporte de tráfico multimedia en tiempo real, y seguridad (IPSec) y calidad de servicio integrados, así como mecanismos de transición gradual de IPv4 a IPv6,^[3] aplicaciones anycast y multicast, etcétera.

Es así que estuvo funcionando 6Bone,^[4] un proyecto mundial experimental utilizado para probar los conceptos y la puesta en práctica de IPv6 durante diez años, que terminó el 6 de junio del 2006. Se trató de una red virtual compuesta por "islas" que soportaban IPv6, unidas por conexiones punto a punto llamadas "túneles". Al final, en 6Bone participaron en el ámbito mundial 47 países,

entre ellos México.

Por otra parte, existe el Foro IPv6^[5] desde febrero de 1999, un consorcio mundial constituido por proveedores líderes en soluciones de telecomunicaciones, proveedores de servicios de Internet (ISPs) y redes de investigación y educación. Este foro se ha impuesto la misión de promover a nivel mundial el IPv6, para crear la próxima generación de Internet, de mayor calidad y seguridad: *La Nueva Internet*; además ha planeado aumentar dramáticamente la promoción de IPv6 hacia el mercado y los usuarios, proporcionando acceso libre, global y equitativo a los conocimientos y la tecnología.

Historia de IPv6 en México

Las investigaciones en la materia iniciaron en instituciones como la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) desde el mes de diciembre de 1998, fecha en la que se constituye el proyecto IPv6^[6] en esta casa de estudios, donde se estableció un amplio programa de pruebas y trabajos con temas, como: implementaciones, pilas duales (Dual-Stacks) IPv4/IPv6, diferentes tipos de túneles de IPv6 sobre IPv4, software de conexión en distintas plataformas, aplicaciones multimedia, servidores para Web y DNS, autoconfiguración, calidad de servicio, IPv6 sobre ATM, conexión con redes internacionales de IPv6 (6Bone, 6REN), IPv6 en las primeras redes académicas, etcétera.

Así, dentro de las primeras pruebas de IPv6 realizadas en México, destaca la de conexión a 6Bone, donde la UNAM fue el primer nodo en el país, registrándose en junio de 1999. De esta manera se instalaron las primeras redes de pruebas en una primera etapa, y posteriormente redes de pre-producción, como la "Red IPv6 de la UNAM", la primera red IPv6 instalada en México, que inició operaciones en agosto de 1999. Esta red, al igual que otras dos, de la UDG y el ITESM, contaron con varios túneles hacia otros nodos de Backbone de 6Bone: SPRINT, Fibertel, MERIT, Bay Networks, JANET e ISI-LAP, y hacia hosts, corriendo sistemas operativos como Win 2003, Win 2000, Win XP, Solaris, Linux y BSD.

Posteriormente en septiembre de 1999, la UNAM fue aceptada como uno de los 100 nodos de Backbone que en esa fecha operaban en 6Bone, obteniendo un rango de direcciones tipo pTLA, el 3ffe:8070::/28, que después adquirieron otras dos universidades: la UDG y el ITESM. A partir de ese momento, estas instituciones pudieron delegar direcciones y configurar túneles con más de 16 instituciones en México y otras tantas en el mundo interesadas en realizar pruebas con IPv6.

Con los resultados obtenidos en aquel entonces, fue posible la realización en nuestro país de dos

Seminarios Nacionales de IPv6, en 1999 y 2000, con la asistencia de más de 200 personas en cada uno.

A principios del siglo 21, en abril de 2000, se integró el Grupo de Trabajo de IPv6 en CUDI (Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet),^[7] la organización que coordina la red académica de México, con la participación de 10 instituciones miembros. En octubre de ese año, la UNAM obtuvo un bloque del tipo sTLA (2001:0448::/35), el primero en el país para servicios de producción. Le siguieron otras universidades, como la UDG y el ITESM, y los primeros ISPs. El bloque de la UNAM se utilizó, por ejemplo, en la RedCUDI en abril del 2001, donde se estableció el primer túnel de IPv6 sobre IPv4 entre las redes académicas de México y Estados Unidos, para, después de realizar pruebas a finales del mismo año, habilitar y entrar en funcionamiento el soporte nativo de IPv6 en el Backbone de esta red nacional. A mediados de 2002 entra en operación la primera conexión IPv6 nativa entre los dos países.

A lo largo de la década pasada, mostraron interés varias instituciones mexicanas y de América Latina para realizar pruebas con IPv6 mediante una conexión IPv6 sobre IPv4, por ejemplo, hacia la UNAM (figura 1). Entre las instituciones mexicanas han destacado: Instituto Politécnico Nacional, Universidad Autónoma Metropolitana, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad Autónoma de Guerrero, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad de Guadalajara, Universidad la Salle, Universidad de Colima, Instituto Tecnológico de Oaxaca, Instituto Tecnológico de Mérida, Instituto Tecnológico Autónomo de México, la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, LANIA, CICESE, PEMEX, ASTER, ISOC-MEX, etcétera.



Figura 1. Conexiones iniciales de IPv6 hacia 6Bone desde la UNAM

En 2005 se organizó el denominado “Tour IPv6” por parte de LACNIC (Registro de Direcciones

de Internet para América Latina y el Caribe) y NIC-México, la entidad encargada de repartir los recursos de Internet en México, y desde entonces este último organismo ha llevado a cabo 2 eventos anuales.

Cuatro años después, en 2009, es de destacar la mesa de discusión organizada por ICANN (Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Números), por sus siglas en inglés, que tuvo lugar en la Cd. de México, y fue puesto en operación por la Secretaría de Comunicaciones, en el entonces programa de gobierno llamado e-México, un observatorio de IPv6, que desafortunadamente ya no está en operación.

El 8 de junio de 2011 tuvo lugar el “World IPv6 Day” o “Día Mundial de IPv6”,^[8] en el que sólo participaron tres instituciones mexicanas, a saber, la UNAM, la UDG y NIC México, que consistió en habilitar, durante 24 horas, el soporte de IPv6 en los servidores Web de sus páginas principales.

En 2012, por otra parte, tuvieron lugar dos actividades con la participación de al menos una entidad nacional: la “Semana de IPv6”,^[9] en febrero, por iniciativa de Brasil y con el apoyo de LACNIC, y la mesa de discusión denominada “Iniciativas para la coexistencia y transición hacia IPv6” en el foro “Internet hasta en la SOPA”,^[10] en marzo, que organizó Observatel.

También es de resaltar que cada año, desde el 2002, el capítulo mexicano de ISOC (Internet Society-MX) ha organizado, en sus reuniones anuales, mesas de discusión y análisis sobre IPv6.

Finalmente, a mediados de 2012, se espera la participación de más instituciones mexicanas durante el “Lanzamiento Mundial de IPv6” (World IPv6 Launch)^[11] el 6 de junio, que, a diferencia de 2011, el soporte de IPv6 en las páginas principales (nombres de dominio, como www.unam.mx) deberá dejarse a partir de esta fecha.

IPv6 en las Redes Académicas

A lo largo de los años, las primeras implementaciones de IPv6 se han dado primera y principalmente en las instituciones educativas y en las denominadas Redes Nacionales de Investigación y Educación (RNIE) o NRENs, por sus siglas en inglés, gracias a las facilidades tecnológicas de las mismas, al ser un tipo de redes privadas para servicios de carácter totalmente académico.

Es así que las RNIEs de países como México, Estados Unidos, Canadá, Brasil y Argentina, fueron las primeras en América en soportar IPv6 desde inicios del siglo XXI.

En el caso de México, en abril del 2001, iniciaron más en forma las actividades del Grupo de Trabajo de IPv6, en la red académica mexicana conocida como red de Internet 2 de México o

RedCUDI, llevando a cabo la primera conexión con IPv6 entre las redes de la CUDI y Abilene, en Estados Unidos.

Posteriormente, los trabajos de instalación contemplaron en una primera fase la implementación de IPv6 en el Backbone de la red de Internet2, con cuatro nodos en Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y Tijuana, además de implantarlo en los equipos de acceso de las universidades conectadas a la red de la CUDI. Paralelamente se llevaron a cabo pruebas de seguridad (IPSec6), servidores Web, correo electrónico, etcétera.

Es importante resaltar que, desde diciembre de 2001, estuvo funcionando el Backbone de la red de Internet2 de nuestro país, con conexiones IPv6 nativas sobre ATM. Con este hecho se tuvo lista esta red para proporcionar servicios de producción con la versión 6 del IP. Adicionalmente la red de la CUDI fue la primera en México en funcionar totalmente en su parte central, con IPv6 nativo.

En el 2004 se organiza el primer día Virtual CUDI sobre IPv6, y en 2005 esta organización adquiere su bloque propio de direcciones IPv6. Asimismo, en agosto se estableció la conexión por IPv6 entre las redes de la CUDI y CLARA, y se realiza la primera renumeración nacional de IPv6 a gran escala a principios de 2006, al cambiar el bloque originalmente adjudicado por parte de la UNAM.

A finales de 2010 y parte de 2011 se llevó a cabo el Reto CUDI IPv6–2010, con la participación final más exitosa, sólo por parte de 3 miembros de la CUDI: INAOE, UAQ y la UAGRO.

Actualmente el soporte de IPv6 en la RedCUDI, es principalmente en partes del Backbone, en su portal principal y en algunos servicios a sus miembros (figura 2).

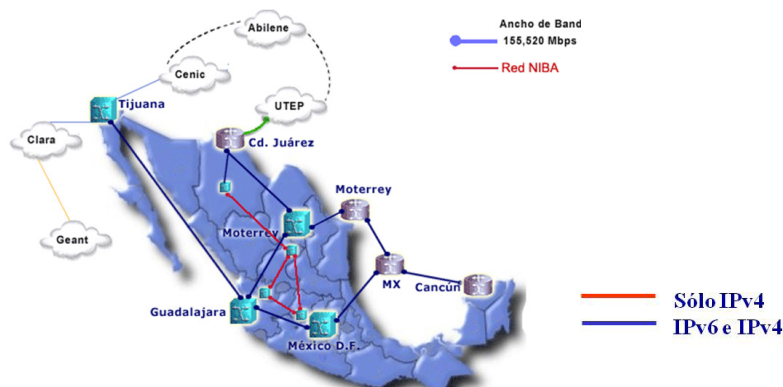


Figura 2. Soporte de IPv6 en la RedCUDI

Respecto a la RedCLARA,^[12] originalmente conocida solamente como CLARA (Cooperación

Latinoamericana de Redes Avanzadas), que es responsable de la implementación y la administración de la red que interconecta a las RNIes de 14 países Latinoamericanos, de los 18 originalmente contemplados, soporta IPv6 desde el 2005, después de la integración oficial, en abril de ese año, de la primera versión del Grupo de Trabajo de IPv6 en CLARA.^[13] Es así que en agosto se implementa IPv6 nativo en el Backbone. Posteriormente, en noviembre del mismo año, se implementa IPv6 Multicast.

Las primeras RNIes con soporte IPv6 fueron: RETINA (hoy Innovared) de Argentina, REUNA de Chile, RNP de Brasil y CUDI de México. Después, durante el 2006, se conectaron 6 redes académicas más y el resto entre 2007 y 2009.

Actualmente, al menos 12 países soportan IPv6 nativamente (figura 3) y el grupo de trabajo opera en su tercera versión, conocido ahora como GT-DEIM-IPv6 (Grupo de Despliegue e Implementación de IPv6).^[14]



Figura 3. Países con las primeras RNIes o NRENs con conexión IPv6 en la RedCLARA

IPv6 en la UNAM

Como se mencionó anteriormente, la UNAM empezó a probar IPv6 en diciembre de 1998, y durante el segundo semestre de 1999 fue notable el liderazgo de la UNAM en el ámbito nacional, al ser el primer nodo de 6Bone en México, registrándose en junio de 1999.

Posteriormente, en septiembre del mismo año, a partir de los resultados de pruebas realizadas, por su propia trayectoria en telecomunicaciones e importancia académica, la UNAM fue aceptada como uno de los 100 nodos de Backbone que a la fecha operaban en 6Bone, obteniendo un rango de direcciones tipo pTLA (Top-level Aggregation), el 3ffe:8070::/28. Cabe destacar que con este

hecho esta institución fue el primer nodo, y hasta ese momento el único de este tipo en México y el tercero en Latinoamérica. Posteriormente, otras dos universidades mexicanas obtuvieron su propio rango de direcciones tipo pTLA (figura 4).

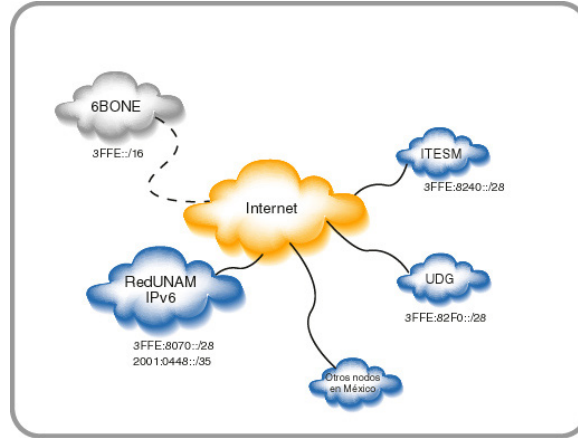


Figura 4. Conexiones principales de IPv6 en México hacia la red 6Bone

Con este tipo de direcciones la UNAM pudo delegar bloques y configurar túneles a instituciones en México y el mundo, interesadas en realizar pruebas con IPv6 (figura 5), lo que constituyó un paso muy importante en el uso y el desarrollo de IPv6, principalmente en el continente americano.

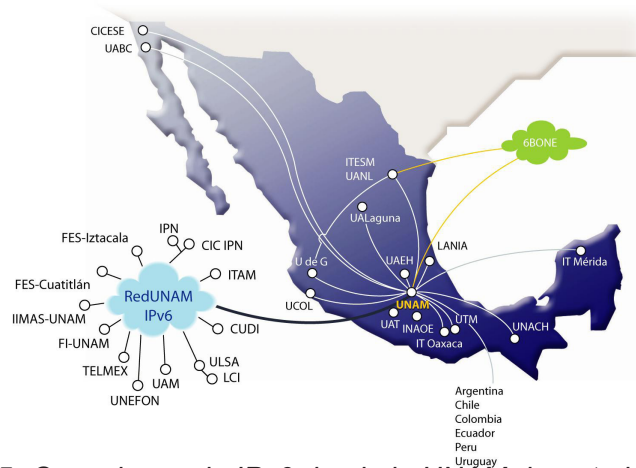


Figura 5. Conexiones de IPv6 desde la UNAM durante la red 6Bone

A partir de octubre del 2000, esta institución recibió un bloque de direcciones IPv6 del tipo sTLA (sub Top-Level Aggregation), el 2001:0448::/35, para empezar a ofrecer a sus usuarios algunos servicios ya considerados como de pre-producción con IPv6. Este tipo de direcciones las utilizan compañías internacionales como MCI, Verio y Sprint en Estados Unidos, y NTT en Japón, por mencionar algunas.

Hoy en día se sigue trabajando con instituciones mexicanas y de América Latina para correr aplicaciones IPv6 en conjunto, una vez que se ha establecido su conexión con IPv6 hacia la UNAM. Por parte de las instituciones latinoamericanas se pueden mencionar: el Instituto de Informática de la Universidad Austral de Chile y las universidades UBio-Bio, UFRO y UDL; InnovaRed (antes RETINA), Compendium, Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías de la Universidad Nacional de La Plata (LINTI-UNLP) de Argentina; EAFIT y las universidades UdeA, UniCauca y UniPamplona de Colombia; INICTEL, NITCOM, y la UNI de Perú.

Otro de los logros del Proyecto IPv6 de la UNAM han sido los trabajos desarrollados dentro del IPv6 Forum, donde la Universidad es miembro desde abril del 2000, y debido a los resultados obtenidos, para septiembre del mismo año dieron inicio los trabajos del Capítulo Mexicano del Foro IPv6.^[5] Este capítulo, además de los objetivos mundiales del IPv6 Forum, ha buscado incrementar la promoción, investigación y utilización de IPv6 en México y en Latinoamérica.

En enero del 2010 se pone en funcionamiento un servidor de Túneles para ofrecer conexión automática con IPv6 en RedUNAM y salir a Internet también con IPv6.

Los objetivos generales del Proyecto IPv6 de la UNAM, han sido:

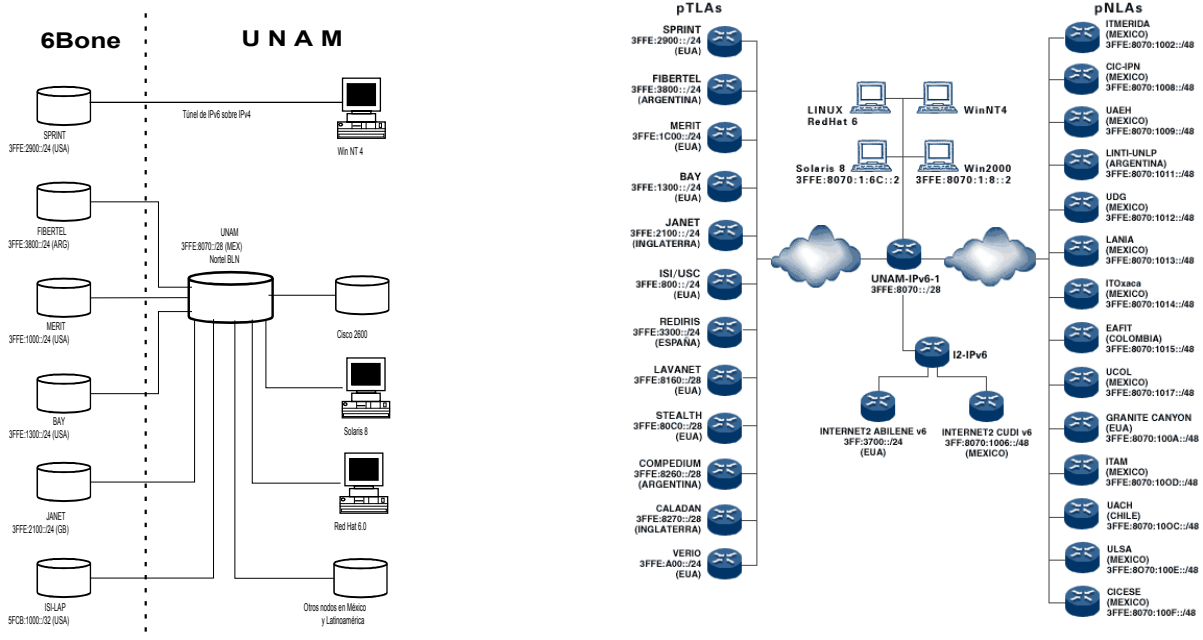
- Investigar, probar e implementar el IPv6 en toda la Red Integral de Telecomunicaciones de la UNAM.
- Participar en el desarrollo de proyectos de IPv6 nacionales e internacionales.
- Participar en el fortalecimiento y difusión de IPv6 y sus aplicaciones.
- Proveer servicios de IPv6 en México y Latinoamérica.

Pruebas con IPv6 en la UNAM

Dentro del Proyecto IPv6 se estableció un amplio programa de pruebas y trabajos sobre implementaciones, “Stacks” o pilas duales IPv4/IPv6, túneles, servidores para Web y DNS, aplicaciones multimedia, autoconfiguración, software de conexión, calidad de servicio, IPSec, IPv6 sobre ATM, conexión con redes internacionales de IPv6 (6Bone, 6REN), IPv6 en Internet2, MIPv6, DHCPv6, etcétera.

Para llevar a cabo estas pruebas se instaló la Red IPv6 de la UNAM,^[6] que a lo largo de los años ha estado constituida por clientes bajo diferentes sistemas operativos, ruteadores de distintos fabricantes y conexiones por medio de túneles a las redes de 6Bone, RedCUDI, RedCLARA y

otras de distintos ISPs, principalmente extranjeros (ver en las figuras 6 y 7 la evolución de esta red con IPv6).



Figuras 6 y 7. RedUNAM IPv6 versiones 1 y 2.

A lo largo de los años se han configurado cerca de 80 túneles de IPv6 sobre IPv4 hacia otros nodos del entonces Backbone de 6Bone, como Sprint, Fibertel, Merit, Nortel Networks, Janet, ISI-LAP, Red IRIS, Lavanet, Stealth, Compendium, Caladan, Verio, TowardEX, Hurricane, etcétera, y hacia las computadoras de la UNAM, corriendo sistemas operativos desde Win NT 4, 2000, XP, Solaris 8 y Linux Red Hat, hasta Win 2003, Vista y 7, Ubuntu, Fedora, BSD, MacOS, etcétera.

Como se mencionó anteriormente, se instaló la red RedUNAM IPv6 en agosto de 1999, primera en su tipo en México, que inició operaciones funcionando en una primera etapa como una red de pruebas y posteriormente como red de preproducción.

Con los diferentes sistemas operativos, equipos y aplicaciones que han soportado IPv6, estando disponibles en Internet y/o con los fabricantes directamente, se han llevado a cabo una serie de pruebas, que incluyen temas como:

- Stacks IPv4/IPv6 (versión 1.1-1.4) para PC en Windows NT 4.
- Stacks IPv4/IPv6 para PCs con Windows 2000 y XP.

- Stacks IPv4/IPv6 para Solaris 2.5, 7 y 8.
- Versiones de stacks IPv4/IPv6 con ruteadores y switches de empresas como Nortel Networks, Cisco Systems, 3Com, Foundry (Brocade), Allied Telesyn, etcétera.
- Túneles de IPv6 sobre IPv4 en computadoras, ruteadores y switches con los protocolos de ruteo para IPv6 como RIPng, OSPFv3, IS-IS y BGP4+.
- Métodos de conexión como “6to4”, Teredo, ISATAP, Tunnel Broker, etcétera.
- Software de Conexión como Trumpet Winsock, Freenet6, etcétera.
- Acceso a páginas Web con navegadores modificados que soportan IPv6.
- Servidores Web IPv6 para los distintos sistemas operativos.
- DNS para Solaris, Linux y Windows 2000 y 2003.
- Diferentes tipos de autoconfiguración con ruteadores y switches de las marcas mencionadas, computadoras bajo los diferentes sistemas operativos.
- Software traductores IPv4/IPv6 para Windows (Toolnet6 y MSR) y Linux.
- Análisis de tráfico en IPv6.
- Pruebas de desempeño de IPv6 vs. IPv4 y de conexiones seguras (IPSec6).
- IPv6 sobre ATM, PPP, WDM, etcétera.

Más recientemente las pruebas abarcan los temas, como: NAT64, DNS64, tráfico multimedia y multicast, computación móvil (MIPv6), etcétera.

Finalmente, es importante destacar la participación del 8 de junio de 2011, declarado “Día Mundial de IPv6”, cuando durante 24 horas la UNAM habilitó el soporte de IPv6 en su portal principal (www.unam.mx), al cual pudieron acceder todos los usuarios de manera transparente tanto por IPv4 como por IPv6.

En este 2012, tal vez será “el año de IPv6 en la UNAM”, ya que finalmente se ha iniciado un despliegue más amplio de IPv6 en varios segmentos de red, gracias a la adquisición de nuevos equipos de red con mejor soporte de IPv6, la recién habilitación de la primera conexión nativa comercial IPv6 con un ISP, sumado a la instalación de un nuevo centro de datos “Data Center” y una nueva supercomputadora, que también tendrá soporte de IPv6. Por todo lo anterior, se espera participar ahora en el Lanzamiento Mundial de IPv6 del 8 de junio organizado nuevamente por ISOC.

Conclusiones

Actualmente, el proyecto IPv6 de la Universidad Nacional Autónoma de México continúa contribuyendo en forma muy importante al uso y el desarrollo de IPv6 en México y en el continente americano, a nivel de pruebas y servicios de pre-producción y próximamente en producción más servicios.

La RedUNAM IPv6, al ser de tipo multiplataforma, ha sido muy útil para probar los conceptos de IPv6 en la práctica y poder experimentar con las bondades que ofrece esta versión más reciente del conjunto de protocolos TCP/IPv6. Las conexiones al nodo (equipo) principal con soporte IPv6 de la UNAM seguirán creciendo y multiplicándose día con día, sirviendo para futuras pruebas de aplicaciones con IPv6 y posteriormente servicios de nueva generación.

De igual forma, los resultados obtenidos hasta el día de hoy en la implementación de IPv6 en los Backbones, con la participación de la redes académicas de México y Latinoamérica, RedCUDI y RedCLARA, respectivamente, han sido muy satisfactorios, por lo que se continuará con la realización de más pruebas para aportar conocimientos y próximamente más aplicaciones modificadas, a soportar IPv6, para la propia Universidad y las demás instituciones participantes.

Referencias

[1].- Página de información sobre IPv6
(www.ipv6.org)

[2].- Direcciones IPv4 ¿recurso de Internet en agotamiento?, Azael Fernández Alcántara.
Revista Entérate, junio 2007, (www.enterate.unam.mx/Articulos/2007/junio/art1.html)

[3].- IPv6 Essentials, Silvia Hagen, O'Reilly & Associates. Primera edición (Julio 2002)

[4].- Página de la ex-red experimental 6Bone (<http://www.go6.net/ipv6-6bone>)

[5].- Página del Foro IPv6 (IPv6 Forum) (www.ipv6forum.com)

[6].- Página del Proyecto y Grupo de Trabajo de IPv6 en la UNAM (www.ipv6.unam.mx)

[7].- Página del Grupo de Trabajo de IPv6 en CUDI (www.ipv6.unam.mx/Internet2 o bien www.cudi.edu.mx/IPv6)

- [8].- World IPv6 Day (isoc.org/wp/worldipv6day)
- [9].- Página de la Semana de IPv6 – 2012 (semanaipv6.org)
- [10].- Foro “Internet hasta en la SOPA”, marzo 2012 (www.observatel.org/temas/Foro_Internet_hasta_en_la_SOPA.php)
- [11].- World IPv6 Launch (www.worldipv6launch.org)
- [12].- RedCLARA (www.redclara.net)
- [13].- Página del Grupo de Trabajo de IPv6 en CLARA (www.redclara.net/index.php?option=com_content&view=article&id=77&Itemid=284&lang=es)
- [14].- Página del Wiki del Grupo de Trabajo de IPv6 en CLARA (<http://wiki-gtipv6.reuna.cl/wiki/index.php>)

Bibliografía

- Página de información sobre IPv6* (www.ipv6.org)
- Direcciones IPv4 ¿recurso de Internet en agotamiento?, Azael Fernández Alcántara. Revista Entérate, junio 2007, (www.enterate.unam.mx/Articulos/2007/junio/art1.html)
- IPv6 Essentials, Silvia Hagen, O'Reilly & Associates. Primera edición (Julio 2002)
- Página de la ex-red experimental 6Bone (<http://www.go6.net/ipv6-6bone>)
- Página del Foro IPv6 (IPv6 Forum) (www.ipv6forum.com)
- Página del Proyecto y Grupo de Trabajo de IPv6 en la UNAM (www.ipv6.unam.mx)
- Página del Grupo de Trabajo de IPv6 en CUDI (www.ipv6.unam.mx/Internet2 o bien www.cudi.edu.mx/IPv6)
- World IPv6 Day (isoc.org/wp/worldipv6day)
- Página de la Semana de IPv6 – 2012 (semanaipv6.org)

Foro "Internet hasta en la SOPA", marzo 2012 (www.observatel.org/temas/Foro_Internet_hasta_en_la_SOPA.php)

World IPv6 Launch (www.worldipv6launch.org)

RedCLARA (www.redclara.net)

Página del Grupo de Trabajo de IPv6 en CLARA (www.redclara.net/index.php?option=com_content&view=article&id=77&Itemid=284&lang=es)

Página del Wiki del Grupo de Trabajo de IPv6 en CLARA (<http://wiki-gtipv6.reuna.cl/wiki/index.php>)