

# La enseñanza de las redes de computadoras en las IES

Arturo García Rangel

Colegio de Posgrado  
Cetys Universidad  
Mexicali, Baja California  
*agarcia@cetys.mx*

Arnoldo Díaz Ramírez

Departamento de Sistemas y Computación  
Instituto Tecnológico de Mexicali  
Mexicali, Baja California  
*adiaz@itmexicali.edu.mx*

## Resumen

Las redes de computadoras se han convertido en un elemento fundamental en las actividades cotidianas. El uso de la *World Wide Web*, la proliferación de dispositivos móviles, las aplicaciones colaborativas o el comercio electrónico son algunos ejemplos del impacto de esta área de las ciencias computacionales. La definición de un currículo para la carrera de licenciatura en sistemas computacionales debe considerar contenidos relacionados con las redes de computadoras de tal manera que sus egresados puedan incorporarse exitosamente a los sectores productivos.

En este artículo se estudian las tendencias más importantes de desarrollo de las redes de computadoras, así como los contenidos que proponen organismos nacionales de evaluación, con el objetivo de proponer su integración en los planes y programas de estudio de las IES que impartan carreras afines a las ciencias computacionales. Con ello se pretende identificar las tecnologías más importantes utilizadas en las redes de computadoras, determinar las tendencias futuras, detectar áreas de oportunidad, las necesidades del mercado laboral, entre otras.

Finalmente, en el artículo se proponen un conjunto de contenidos temáticos que consideran todos los elementos arriba descritos, de tal manera que aporten al perfil de egreso las competencias suficientes en el área de redes computacionales.

## 1. Introducción

La introducción de la computadora personal a inicios de los ochenta significó una revolución tecnológica de grandes dimensiones. El rápido desarrollo de la electrónica, las tecnologías de comunicación y de las ciencias computacionales permitieron que en muy poco tiempo las computadoras personales pudiesen conectarse a través de una red.

A principios de los años noventas, Tim Berners-

Lee de la *Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN)* desarrolló las bases de lo que conocemos como la *World Wide Web* [15]. El impacto de este descubrimiento ha sido inmenso, y junto con la aparición del *software libre*, de los que más han influido en el desarrollo de la Tecnología de Información en años recientes [19].

En las *Instituciones de Educación Superior (IES)* de México existen diferentes carreras relacionadas con la informática, entre las que destacan las de Licenciado en Sistemas Computacionales, Licenciado en Informática, Ingeniero en Sistemas Computacionales, entre otras. Estas carreras tienen orientaciones más o menos definidas, y en sus currículos podemos observar ciertas áreas comunes. Sin embargo, debido al rápido desarrollo tecnológico es importante revisar constantemente cuáles son los temas fundamentales que deben estudiarse en las áreas de conocimientos en redes de computadoras, así como determinar que temas deben revisarse con mayor profundidad de acuerdo con el perfil de cada carrera. Importante también es determinar si los contenidos temáticos cumplen con las necesidades impuestos por mercado laboral y por los organismos de evaluación y acreditación de las instituciones educativas. Por otra parte, se debe considerar la problemática de la enseñanza de esta área del conocimiento ya que incluye temas considerados tradicionalmente de otras ramas, como las telecomunicaciones, así como las tendencias y temas sujetos a intensa investigación ya que determinarán el futuro del área.

Algunos artículos se han publicado en los que se abordan algunos de estos problemas. Feldgen y Chúa presentaron en [13] las experiencias de 12 años de la enseñanza de las redes de computadoras en Argentina, después de etapas de severas crisis económicas y políticas. Sarkar en [21] propuso un enfoque para la enseñanza de las redes de computadoras y a través de los años han desarrollado un buen número de herramientas de apoyo [23] y prácticas de laboratorio

[22].

Otros autores también han propuesto diversas herramientas para la enseñanza de los temas relacionados con las redes computacionales. Varga propuso en [24] el simulador de eventos discretos llamado *Omnet* como auxiliar en la enseñanza de redes. Otros simuladores también han sido propuestos para este fin y para el desarrollo de proyectos de investigación [17], destacando el simulador *ns-2* [12], quienes ofrecen una interesante alternativa para probar resultados teóricos o medir el rendimiento de redes en diversas características sin necesidad de implementarlas. Utilizando como base el simulador *ns-2*, Bote-Lorenzo *et al.* proponen en [6] un entorno que propicia el desarrollo de un entorno de aprendizaje colaborativo.

El uso de las técnicas y herramientas propuestas a la fecha deben tener en consideración los antecedentes académicos de los estudiantes. Algunos estudios se han hecho a respecto. Por ejemplo, Calafate *et al.* en [7] estudiaron los diferentes estilos de aprendizaje entre estudiantes de educación superior, así como el desafío de impartir contenidos técnicos a estudiantes con antecedentes académicos no técnicos.

Por otra parte, es importante considerar los requerimientos mínimos de las instituciones evaluadoras como lo es la *Asociación Nacional de Instituciones de Educación Superior en Informática (ANIEI)* y del *Centro Nacional de Evaluación (CENEVAL)*, al momento de definir un currículo en las IES.

La principal motivación para el desarrollo de este proyecto consiste en la necesidad de actualizar los contenidos de la carrera de Licenciado en Sistemas Computacionales Administrativo que se imparte en el *Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora (CESUES)*. Debido a los cambios que han surgido en la educación superior, surge la necesidad de implementar un nuevo modelo educativo, el cual se basa en competencias. Este nuevo modelo hace necesario revisar y actualizar los contenidos temáticos, siendo uno de ellos el área de redes de cómputo, de tal manera que el egresado cumpla eficientemente con las expectativas del profesionista que demandan las organizaciones en esta área.

Este documento está organizado de la siguiente manera. La sección 2 presenta una introducción de las redes de computadoras, las áreas de conocimientos estipuladas por las instituciones evaluadoras como *CENEVAL* y *ANIEI*, así las necesidades del mercado laboral. En la sección 3 se mencionan las propuestas de este trabajo en base a los resultados obtenidos, mientras que en la sección 4 se presentan las conclusiones y trabajo futuro.

## 2. Áreas del conocimiento en redes

Una red de computadoras está formada por un conjunto de dispositivos con capacidad de comunicarse entre sí. Actualmente toda aplicación supone la existencia de una red. La proliferación de los dispositivos móviles, como los teléfonos celulares, han generado la necesidad de disponibilidad de comunicación de manera flexible, eficiente y a bajo costo. Varios estándares han sido propuestos a la fecha como WiFi [16] o Bluetooth [2] y se han constituido diversos grupos de investigación para el desarrollo de nuevos estándares [14]. Actualmente se desarrolla una gran cantidad de investigación en temas como redes *ad hoc* [10], redes de sensores [1] y computación ubicua [3], por mencionar algunas. Uno de los retos más importantes consiste en discriminar de entre estos temas los que deben incluirse en los planes y programas de estudio de las carreras relacionadas con la informática, que además sean requeridos por el entorno.

Rodríguez [20] llevó a cabo un estudio de las necesidades de la informática en las Micros, Pequeñas y Medianas Empresas (*MIPYMES*), encontrando que el 90 % de ellas consideraban importante a las tecnologías de información (TI), y demandaban todos los servicios en informática. Menciona también, que el 30 % de los empleados de las *MIPYMES* cuentan con el perfil en informática, de igual manera se obtuvo que el 92 % de las *MIPYMES* tienen problemas en todas las áreas de la informática y desconocen el potencial existente en la tecnología de información.

Montoya y Baños [18] realizaron un estudio para determinar el Marco Teórico de la presencia de la informática en la población del municipio de Santa Ana, en El Salvador. En este trabajo se habla del impacto social producido por la informática, los beneficios y los parámetros que miden la presencia de la informática en una sociedad.

El *Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora (CESUES)* [9], para su nuevo Modelo Educativo *ENFACE*, el cual se basa en competencias, realizó una investigación para determinar cuáles son las competencias, que requieren el sector productivo en la región, para la carrera de Licenciado en Sistemas Computacionales Administrativos. La investigación se llevó a cabo en coordinación con la empresa *Datos y Cifras del Noroeste*, utilizando una base metodológica para perfiles profesionales.

De esta investigación se obtiene que de los puestos y funciones actuales del área de sistemas de las empresas entrevistadas no proporcionan un dato cuantificable sobre redes de cómputo, pero si mencionan que en los puestos a mejorar uno de ellos es el área

de redes, ya que las perspectivas de crecimiento es enfocarse mas a redes.

Para complementar más esta información, es necesario realizar una investigación por medio de entrevistas o cuestionarios y conocer aspectos mas específicos del manejo o requerimiento de redes en sus empresas.

La *Unidad de Inteligencia de Economía, EUI*[11], en Noviembre 2006, realizo una investigación de la convergencia en redes. La investigación consistió en una encuesta global realizada a 395 altos ejecutivo, denominada *La Convergencia se Apodera de la Empresa*. El 84 % de los altos ejecutivos considera la convergencia como elemento esencial en sus metas estratégicas de informática y negocios. El 48 % de las empresas ya han implementado la convergencia mediante protocolos de Internet (IP).

Esta encuesta también encontró que aproximadamente el 70 % de los encuestados reconoció “una mejor colaboración con los clientes, proveedores y socios” y “un mejor servicio al cliente”, mientras que un 65 % esta enfocándose en el uso de redes convergentes para lanzar y gestionar nuevas aplicaciones.

Miguel Ángel Arias Gutiérrez de la *Universidad de León* realizo un trabajo sobre las futuras tendencias tecnológicas de las redes [5]. Hace una breve escenografía de la tecnología de redes y las comunicaciones para los próximos años, haciendo énfasis en la conectividad, convergencia, seguridad e integración / interoperabilidad. Se menciona que el área de servicio móvil a Internet a tenido gran avance, así también la tendencia es la creación de nuevos protocolos y modificación del esquema de comunicación capa interna.

Las principales tendencias a desarrollarse es la transición del protocolo IPv4 al IPv6, mayor ancho de banda, mejor calidad en el servicio (QoS), subsistema multimedia IP (IMS), mejora en soporte de aplicaciones en tiempo real y la mejora en seguridad (IPsec).

Por otra parte, el *Centro Nacional de Evaluación (CENEVAL)* [8], evalúa el egreso de los estudiantes en la Licenciatura en Ciencias Computacionales , utilizando el Instrumento *EGEL-CCo*, el cuál se integra con base en los modelos curriculares que presenta la *Asociación Nacional Instituciones de Educación Superior* que forman el mayor número de profesionales del área del país.

En el caso del *CENEVAL* para el área de redes, comprende los conocimientos de hardware y software, la transmisión y distribución de datos, así como las formas compartir los recursos computacionales.

Las subareas que se consideran son las siguientes: códigos, errores, transmisión y comunicación, medios y elementos físicos, dispositivos de comunicación, modelo ISO/OSI, arquitectura de redes, protocolos de comunicación, dispositivos conectividad, redes inter-

conectadas, internet, seguridad e integridad de la información.

De igual forma la *Asociación de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información (ANIEI)* [4], define las sub áreas a considerar por las instituciones de educación superior en el tema de redes, siendo las siguientes: transmisión y comunicación de datos, modelos, protocolos, intercomunicaciones de redes, seguridad e integridad de la información, haciendo una descripción detallada de cada uno de los puntos que debe de contener cada sub área.

A continuación se muestran las 5 subareas del área de conocimientos en redes de ANIEI.

## SUBAREA 1. TRANSMISIÓN Y COMUNICACIÓN DE DATOS

### 1) TEORÍA DE LA INFORMACIÓN.

- CONCEPTOS TEÓRICOS. Transmisión y comunicación de información. Medida de la información. Entropía. Codificación. Ruido. Teorema de Shannon. Canales. Errores.
- CÓDIGOS. Codificación de la información. Redundancia. Protección. Códigos de control (bit de paridad, checksum). Códigos BCD (Binary Coded Decimal). Código de Hamming. Códigos algebraicos. Códigos ASCII (American Standard Code for Information Interchange) y EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code). Compresión de texto.
- ERRORES. Detección y corrección. Algoritmos: paridad, sumas de verificación, verificación redundante cíclica (Cyclic Redundancy Check). Métodos especiales.

### 2) SEÑALES.

- TIPOS Y ENLACES. Datos analógicos y digitales. Señales analógicas. Señales digitales. Digitalización de señales. Banda base. Filtros. Modulación y demodulación: AM (Amplitude Modulation), FM (Frequency Modulation), PM (Phase Modulation). Módems.

### 3) TRANSMISIÓN DE VOZ, IMÁGENES Y DATOS.

- COMUNICACIONES. Ancho de banda y espectro de frecuencias. Velocidad de canal y capacidad de transmisión. Circuitos dedicados y no dedicados. Circuitos virtuales. Conmutación de circuitos. Conmutación de paquetes.

- **MODOS DE TRANSMISIÓN.** Códigos de sincronización. Código Manchester. Transmisión sincrónica y asincrónica. Formatos de mensajes. Partición del canal. Multiplexaje por división de frecuencias. Multiplexaje por división de tiempo. Multicasting. Métodos de transmisión serie y paralelo. Broad- casting.
- **MEDIOS Y ELEMENTOS FÍSICOS.** Cable coaxial. Cable de par trenzado. Fibra óptica. Microondas analógicas y digitales. Tipos de satélites. Espacios satélites. Microondas satelitales. Redes públicas digitales. Redes telefónicas. PBX (Private Branch Exchange). Redes amplias mediante PBX.
- **DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN.** Dispositivos de la capa física. Repetidores. Concentradores y distribuidores (Hubs). Conmutadores de datos, switches. Puentes. Enrutadores. Compuertas (Gateways).
- **SERVICIOS DE COMUNICACIONES.** Vídeo interactivo. Teleconferencia. Videoconferencia. Estándar ITU H.320. Redes de alta velocidad. Frame Relay para transmisión integral. ATM (Asynchronous Transfer Mode). Redes RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) o ISDN (Integrated Services Digital Network).

## SUBAREA 2. MODELOS

### 1) TOPOLOGÍAS

- **El MODELO ISO/OSI.** Organización ISO (International Organization for Standardization). Organización OSI (Open Systems Interconnection). Modelo de referencia. Nivel 1: capa física. Nivel 2: Capa de enlace de datos. Nivel 3: Capa de red. Nivel 4: Capa de transporte. Nivel 5: Capa de sesión. Nivel 6: Capa de presentación. Nivel 7: Capa de aplicación.
- **ARQUITECTURA.** Evolución de las redes de transmisión de voz y datos. Función de las redes. Capas y niveles de enlace. Modelo OSI. Redes LAN (Local Area Network), MAN (Metropolitan Area Network), WAN (Wide Area Network). Sistemas abiertos. Conectividad e interoperabilidad. Administración de redes, supervisión, dimensionamiento, seguridad, manejo de errores. Redes de redes.
- **ESTÁNDARES Y ORGANIZACIONES.** DoD (Department of Defense). IEEE (Institute of

Electrical and Electronic Engineers). ITU (International Telecommunications Union). El modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection). SNA (Systems Network Architecture). DNA (DEC Network Architecture). BNA (Burroughs Network Architecture).

- **REDES LOCALES (LAN).** Elementos de una red LAN (tarjeta de red, cableado, software). Esquema cliente-servidor. Servidores y anfitriones. Topologías físicas. Protocolo Polling. Protocolos de acceso al medio. Protocolo CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect). Protocolo Token Passing. Estándar IEEE 802.3: Ethernet. Estándar IEEE 802.4: Token Bus. Estándar IEEE 802.5: Token Ring. Estándar Fast Ethernet. Estándar FDDI/CDDI (Fiber-Distributed Data Interface / Copper). Conmutación de redes LAN (LAN switching). Redes LAN virtuales. Sistemas operativos de red.
- **REDES AMPLIAS (WAN).** Dispositivos DTE (Data Terminal Equipment) y DCE (Data Communications Equipment). Capas 3 y 4 de OSI. Medios de transmisión (cableado, microondas, satélite, radio). Protocolos orientados a conexión: X.25, Frame Relay, ATM. Protocolos no orientados a conexión: TCP/IP, SNA. Conexiones punto a punto y punto-multipunto. Software de interconectividad. Aplicaciones de las redes: Consultas compartidas. Transferencia de archivos. Terminal virtual. Correo electrónico.

## SUBAREA 3. PROTOCOLOS.

### 1) PROTOCOLOS PARA COMUNICACIÓN.

- **PROTOCOLOS DE BAJO NIVEL.** Noción de protocolo. Jerarquía de protocolos en OSI. Protocolos de la capa física: RS-232, RS-449; estándar V.x de ITU; interfaces X.21 y G.703. Protocolos orientados a caracteres y orientados a bits: ISO/HDLC (High-level Data Link Control). Control de errores. Control de flujo. Protocolos de capa de enlace asociados con la norma IEEE: 802.X. Protocolos de capa de red: X.25 y LAPB (Link Access Procedure Balanced); IP (Internet Protocol); Frame Relay; ATM. Direcciones IP. Esquemas de direccionamiento.
- **PROTOCOLOS DE ALTO NIVEL.** Protocolos de la capa de transporte: TCP (Transmission Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol), IPX (Inter-networking Packet Exchange), AppleTalk. Protocolos de la capa de sesión: X.215. Protocolos de capa de presentación: ASN.1 (Abstract Syntax Notation),

X.409. Protocolos de la capa de aplicación: X.400 (correo electrónico) y X.500.

## **SUBAREA 4. INTERCOMUNICACION DE REDES**

### **1) INTERCONECTIVIDAD**

- **TEORÍA DE INTERCONEXIONES.** Teoría de grafos. Esquemas de direccionamiento. Direcciones IP. Protocolos para resolución de direcciones: ARP (Address Resolution Protocol) y RARP (Reverse Address Resolution Protocol) Subredes y máscaras. DNS (Domain Name System). Dominio Unix. Llamado a procedimientos remotos (RPC: Remote Procedure Call). Programación con Sockets. Teoría de enrutamiento. Spanning Tree y enrutamiento de origen. Enrutamientos estático, dinámico, exterior e interior. Protocolos de enrutamiento: camino más corto, múltiple, centralizado, aislado, distribuido y jerárquico.
- **DISPOSITIVOS PARA INTERCONEXIÓN.** Repetidores. Concentradores de cableado (hubs). Conmutadores (switches). Multiplexores. Puentes. Enrutadores. Configuración con RIP (Routing Information Protocol), IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) y OSPF (Open Shortest Path First). Intercomunicación entre distintas arquitecturas. Compuertas (gateways). Aplicaciones de las compuertas. Diseño de una red mediante enrutadores. Enrutadores multiprotocolo.
- **ELEMENTOS DE DISEÑO DE REDES.** Metodologías de desarrollo. Datos a considerar: capacidad del canal, requerimientos de tráfico, costos, servicios, tipos de aplicaciones. Proyección a futuro. Dimensionamiento y optimización de redes.

### **2) INTEROPERABILIDAD**

- **REDES INTERCONECTADAS.** Consideraciones de diseño. Análisis de la generación de tráfico producida por los diferentes protocolos. Sistemas heterogéneos. Administración y supervisión. Protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol). Redes globales. Precuroras: ARPAnet, NSFnet, USEnet, MILnet. NIC (Network Information Center). Internet. Evolución de las redes privadas.
- **INTERNET.** Familia de protocolos TCP/IP. Servicio de nombres (DNS: Domain Name Service).

IPv6. Servicios: transferencia remota de archivos, correo electrónico, terminal virtual. World Wide Web. Configuración y programación en Internet. Herramientas de búsqueda de información. Consultas por menús. Consultas por hipertexto. Sitios Web. Creación de scripts y páginas Web. HTML (Hypertext Markup Language). Applets. Java. Dephi. Consideraciones de seguridad.

## **SUBAREA 5. SEGURIDAD E INTEGRIDAD DE LA INFORMACIÓN.**

- **INTEGRIDAD.** El papel de las capas OSI superiores en la transmisión confiable de información. Inserción de puntos de verificación por la capa de sesión. Conversión de formatos. Estándar ASN.1 (Abstract Syntax Notation). Métodos para garantizar la integridad en transmisión de textos comprimidos. Codificación dependiente del contexto. Comunicación confiable entre aplicaciones: traps. Software de supervisión.
- **SEGURIDAD.** Seguridad en un sitio. Seguridad de extremo a extremo. Codificación y ciframiento de la información (encryption). Criptografía: llave secreta, llave pública, certificados de llaves públicas. Estándares ISO para codificación DES (Data Encryption Standard). Autenticación: código de acceso y confirmación de identidad. Firmas digitales. Software de protección (firewall).

## **3. Desarrollo de la propuesta**

CENEVAL y ANIEI indican 5 subareas del conocimiento en redes: Transmisión y comunicación de datos, Modelos y Estándares, Protocolos, Intercomunicación en Redes, Seguridad e Integridad de la Información. De estas subareas podemos darnos cuenta que nuestros contenidos temáticos abarcan una proporción significativa, pero falta hacer énfasis en redes TCP/IP, en manejo de ruteadores, además en seguridad de la información.

Con las entrevistas realizadas a 5 empresas que proporciona Servicios de Redes, en la localidad de San Luis Río Colorado, coinciden en los siguientes resultados:

- Las empresas utilizan redes en Windows XP, Windows 2000 Server, Windows Server 2003, Linux y Novell. Predominan las redes que utilizan Windows XP, después Windows Server 2000 ó 2003, y un bajo porcentaje Novell y Linux.
- Requieren Servicios de Instalación de redes cableadas y dispositivos de conectividad.

- Mantenimiento a la red, en donde se incluye ampliación de la red, configuración de protocolos, actualización de cableados y equipos conectividad.
- Administración de redes, principalmente a la implementación de servidores y algunas empresas solo compartir información.
- Las redes utilizadas son cableadas en mayor proporción, pero actualmente las empresas están tendiendo a utilizar las redes inalámbricas, por lo que mencionan que en un tiempo no muy lejano, se podrían igualar las proporciones de uso.

También coinciden que los conocimientos en redes que los profesionistas deben de manejar para ser contratados por estas empresas entrevistadas son:

- Diseñar Proyecto de Redes.
- Configuración redes con Servidores Windows, principalmente Server 2003 y Windows XP, así como sistema operativo Linux.
- Instalación de cableado, Par Trenzado y Fibra Óptica.
- Instalación y Configuración de dispositivos de Conectividad.
- Administración y Seguridad de la red.
- Manejo de Redes Internet y Protocolos TCP/IP.
- Configuración Redes Inalámbricas.

De la información proporcionada por las empresas prestadoras de los servicios de redes, se obtiene un análisis comparativo con los actuales programas académicos en el área de redes, observándose que es necesario profundizar los conocimientos en redes TCP/IP, configuración de dispositivos de conectividad y el manejo de configuración de redes inalámbricas.

La información obtenida de las instituciones evaluadoras, de las empresas prestadoras de los servicios de redes en la localidad, así como de las tendencias en desarrollo tecnológico y de investigación proporcionan las bases para realizar una adecuada actualización del módulo de redes. Por lo que se propone implementar 4 programas de curso o contenidos temáticos en este módulo y un programa de curso como optativa.

- En el primer programa de curso incluirá los fundamentos de redes de computadoras y los sistemas de comunicación.

- Para el segundo programa trataría sobre el manejo y configuración de redes TCP/IP.
- El tercer programa de curso se enfocaría a la administración de redes con Windows Server, la seguridad en redes.
- La cuarta sería el manejo de redes inalámbricas.
- La materia optativa comprendería la administración de redes con Sistema Operativo Linux, así como aspectos de seguridad.

## 4. Conclusiones y trabajo futuro

Las redes de computadoras se han convertido en un elemento fundamental en todo sistema informático, y su presencia es cada vez mayor en todas las actividades humanas. Una gran cantidad de investigación científica y tecnológica se desarrolla actualmente en temas relacionados con las redes de computadoras. Debido a la importancia de esta área del conocimiento y a su rápido desarrollo, es importante definir cuidadosamente el currículo de las carreras relacionadas con las ciencias computacionales en el que se incluyan estos temas. La dificultad radica en saber elegir los contenidos que brinden competencias a los egresados.

En este trabajo se presentaron los resultados de una investigación que tiene como objetivo determinar los contenidos de redes de computadoras que deben estudiarse en las carreras relacionadas con las ciencias computacionales de las IES mexicanas, tomando en consideración a los sectores productivos de la región noroeste del país, a los organismos evaluadores de la educación, y las tendencias futuras que muestra está importante rama del conocimiento. Para el desarrollo del proyecto se estudiaron los criterios de organismos como *CENEVAL* y *ANIEI*, además de los resultados presentados en algunas de las publicaciones más importantes en temas de redes de computadoras.

Finalmente en el artículo se proponen los temas que deben estudiarse en el plan de estudios de la carrera de Licenciado en Sistemas Computacionales, que se tomó como ejemplo para esta investigación.

Como trabajo futuro se tiene la investigación de los criterios de organismos internacionales de evaluación de la educación, así como una mayor investigación en los sectores productivos de la región para conocer con mayor detalle sus requerimientos.

## Referencias

- [1] Akyildiz, I.F., Sankarasubramaniam, F., and Cayirci, E. Wireless sensor networks: a survey. *Computer Networks*, pages 393–422, Dec 2002.

- [2] Haartsen, Jaap et al. Bluetooth: Vision, goals, and architecture. *Mobile Computing and Communications Review*, 1(2):38–45, Oct 1998.
- [3] Weiser, Mark D. and Want, Roy. Calm technology and pervasive connectivity. *IEEE Personal Communications*, pages 8–10, Feb 2000.
- [4] ANIEI. <http://www.aniei.org.mx>.
- [5] Arias-Gutierrez, Miguel. Futuras tendencias tecnologicas de las redes. <http://www.monografias.com>, Marzo 2007.
- [6] Miguel et al. Bote-Lorenzo. A grid service-based collaborative network simulation environment for computer networks education. In *Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pages 275–279, Nov 1998.
- [7] Calafate, Carlos T., Cano, Juan Carlos, and Manzoni, Pietro. Assesing the learning styles of students from technical and non-technical careers: a comparative study. In *Proceedings of the International Technology, Education and Development Conference (INTED)*, Valencia, Spain, March 2007.
- [8] CENEVAL. <http://portal.ceneval.edu.mx>.
- [9] Datos y Cifras del Noroeste CESUES. Base metodologica para perfiles profesionales, Nov 2006.
- [10] Chlamtac, I., Conti, M., and Liu, J. Mobile ad hoc networking: imperatives and challenges. *Ad Hoc Networks*, 1(1):13–64, July 2003.
- [11] EUI. Convergencia en redes. <http://www.corp.att.com/>, Nov 2006.
- [12] Fall, K. and Varadhan, K. The ns manual. the vint project. available on line at: <http://www.csse.uwa.edu.au/cnet/>, 2005.
- [13] Feidgen, Maria and Clua, Osvaldo. Social influence in student attitude twelve years of computer network teaching in argentina. In *Proceedings of the 29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, San Juan, Puerto Rico, Nov 1999.
- [14] Internet Engineering Task Force. Manet working group charter. <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>.
- [15] Gaines, Ann. *Tim Berners-Lee and the Development of the World Wide Web*. Mitchell Lane Publishers, 2001.
- [16] Herrera-Ramirez, Eva, Diaz-Ramirez, Arnoldo, and Calafate, Carlos T. Desarrollando el estándar iee 802.11n, un paso adelante en wlan. In *Proceedings of the II Congreso Internacional de Ciencias Computacionales (CiComp'07)*, Ensenada, B.C., Nov 2007.
- [17] McDonald, C. The cnet network simulator. available on line at: <http://www.csse.uwa.edu.au/cnet/>.
- [18] Montoya, Jaime and Banos, Edilberto. Marco teorico de la presencia de la informatica en la poblacion del municipio de santa ana. el salvador. <http://www.faqmania.comficha-2520.html>, Oct 2006.
- [19] Raymond, Eric S. *The Cathedral and the Bazaar*. O'Reilly Media, 2001.
- [20] Rodriguez, Gildardo. Necesidades en informatica de las mipymes del sector productivo comercio y de servicios, caso:san luis rio colorado sonora. Master's thesis, UABC, Mexicali B.C., 2005.
- [21] Sarkar, N. and Petrova, K. Teaching computer networking and telecommunications: A network analysis and software development approach. In *Proceedings of the 13th Annual National Advisory Committee Computing Quality (NACCQ) Conference*, Napier, New Zealand, Jul 2001.
- [22] Sarkar, Nurul I. Teaching computer networking fundamentals using practical laboratory exercises. *IEEE Transactions on Education*, 49(2):285–291, May 2006.
- [23] Sarkar, Nurul I. *Tools for Teaching Computer Networking and Hardware Concepts*. Information Science Publishing, 2006.
- [24] Vagra, Andras. Using the omnet++ discrete event simulation system in education. *IEEE Transactions on Education*, 42(4):372–383, Nov 1999.