



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL ADOLFO LÓPEZ MATEOS
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E
INVESTIGACIÓN**

**MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE
SERVICIOS EN RED PARA
AMBIENTES EDUCATIVOS**

T E S I S
**PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE
TELECOMUNICACIONES**

P R E S E N T A:
MARCO ANTONIO HERNÁNDEZ PÉREZ

A S E S O R E S:
DR. SALVADOR ÁLVAREZ BALLESTEROS
M. EN C. CHADWICK CARRETO ARELLANO



MÉXICO, D.F. 2011



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D. F. siendo las 13:00 horas del día 2 del mes de Diciembre del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de ESIME-ZACATENCO para examinar la tesis titulada:

“MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS EN RED PARA AMBIENTES EDUCATIVOS”

Presentada por el alumno:

HERNÁNDEZ

Apellido paterno

PÉREZ

Apellido materno

MARCO ANTONIO

Nombre(s)

Con registro:

A	1	0	0	4	9	2
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de: **MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores(a) de tesis

DR. SALVADOR ALVAREZ BALLESTEROS

Presidente

M. en C. CHADWICK CARRETO ARELLANO

Segundo Vocal

DR. VLADIMIR KAZAKOV

Tercer Vocal

M. en C. CHADWICK CARRETO ARELLANO

Secretario

DR. RAÚL CASTILLO PÉREZ

DR. HÉCTOR OVIEDO GALDEANO

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

DR. JAIME ROBLES GARCÍA

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México D.F. el día 6 del mes de Diciembre del año 2011, el que suscribe *Marco Antonio Hernández Pérez* alumno del Programa de *Maestría en Ciencias en Ingeniería de Telecomunicaciones* con número de registro A100492, adscrito a la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de *Dr. Salvador Álvarez Ballesteros* y el *M en C. Chadwick Carreto Arellano* y cede los derechos del trabajo intitulado “*Modelo de Administración de Servicios en Red para Ambientes Educativos*”, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección mark_antony_001@yahoo.com.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Ing. Marco Antonio Hernández Pérez

Nombre y firma

RESUMEN.

La necesidad de obtener información especializada en forma rápida, segura, eficiente y a un bajo costo, es una realidad inherente dentro y fuera de un ambiente laboral y educativo. El anhelo de cubrir este requerimiento, ha llevado a desarrollar dispositivos móviles que alberguen el futuro del aprendizaje y de la comunicación. Sin embargo, actualmente, no existen muchas aplicaciones conocidas que, además de cumplir el requisito de proporcionar información, cuenten con mecanismos de identificación automáticos y con una jerarquización de privilegios de la información.

Dado lo anterior, se vuelve importante la creación de medios que nos permitan tener acceso a información alcanzable y veraz, en todo momento y lugar.

¡Imaginemos cambiar el ambiente educativo por medio de estos dispositivos móviles! Así, si un profesor llega al aula de clase, la red móvil automáticamente lo identificará y en breve, se cargarán en su dispositivo móvil todos los privilegios a los cuales tiene acceso: listas de alumnos, horario de clase, etc.

En el presente trabajo, se aborda la propuesta de un modelo de administración de servicios en red para ambientes educativos, basado en conceptos de dominio en red, cómputo ubicuo y tipos de servicios, en donde los usuarios tendrán la capacidad de acceder a diferentes servicios y/o aplicaciones presentes en el entorno de forma transparente, en cualquier momento y lugar, mediante diferentes dispositivos móviles, de acuerdo a su perfil de usuario y a la localización que tengan dentro del *campus*. De esta forma, se apoyará al proceso educativo más allá de un aula y de un libro.

ABSTRACT.

The need to get special information in a quick, safe, and efficient way, -and at low cost-, is an inherent reality in and out of working and educational environments. In order to meet this requirement, we have developed mobile devices that harbor the learning and communication's future. However, nowadays, there're not many known apps that, in addition to provide information, have automatic identification mechanisms and an information privileges prioritization.

According to the previous statements, it becomes important to create the medium that allows us access to affordable and accurate information at anytime from anywhere.

Just imagine changing the educational environment through these mobile devices! Thus, if a teacher arrives at classroom, automatically the mobile network will identify him and shortly, all the privileges will be uploaded to his mobile device: students' lists, schedules, etc.

This work comes up with a proposal of a model of administration for education environments in network, based on concepts as network domains, ubiquitous computing and services, where users will be able to access to different services and applications, all of them located into the environment in a clear way (at anytime from anywhere) through several mobile devices, according to a user profile and the location on campus. In this way, we want to support the educational process, beyond a classroom and a book.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL ADOLFO LÓPEZ MATEOS
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E
INVESTIGACIÓN**

**MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE
SERVICIOS EN RED PARA
AMBIENTES EDUCATIVOS**

T E S I S
**PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE
TELECOMUNICACIONES**

P R E S E N T A:
MARCO ANTONIO HERNÁNDEZ PÉREZ

A S E S O R E S:
DR. SALVADOR ÁLVAREZ BALLESTEROS
M. EN C. CHADWICK CARRETO ARELLANO



MÉXICO, D.F. 2011

AGRADECIMIENTOS





OBJETIVOS

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL:

Analizar, diseñar, desarrollar y probar un modelo de administración de servicios en red para ambientes educativos.

OBJETIVOS PARTICULARES:

-  Analizar un modelo de administración de servicios en una red.
-  Diseñar un modelo de administración de servicios para entornos educativos.
-  Desarrollar un modelo de administración de servicios para un ambiente educativo.
-  Probar el modelo de administración desarrollado.

RESUMEN

RESUMEN.

La necesidad de obtener información especializada en forma rápida, segura, eficiente y a un bajo costo, es una realidad inherente dentro y fuera de un ambiente laboral y educativo. El anhelo de cubrir este requerimiento, ha llevado a desarrollar dispositivos móviles que alberguen el futuro del aprendizaje y de la comunicación. Sin embargo, actualmente, no existen muchas aplicaciones conocidas que, además de cumplir el requisito de proporcionar información, cuenten con mecanismos de identificación automáticos y con una jerarquización de privilegios de la información.

Dado lo anterior, se vuelve importante la creación de medios que nos permitan tener acceso a información alcanzable y veraz, en todo momento y lugar.

¡Imaginemos cambiar el ambiente educativo por medio de estos dispositivos móviles! Así, si un profesor llega al aula de clase, la red móvil automáticamente lo identificará y en breve, se cargarán en su dispositivo móvil todos los privilegios a los cuales tiene acceso: listas de alumnos, horario de clase, etc.

En el presente trabajo, se aborda la propuesta de un modelo de administración de servicios en red para ambientes educativos, basado en conceptos de dominio en red, cómputo ubicuo y tipos de servicios, en donde los usuarios tendrán la capacidad de acceder a diferentes servicios y/o aplicaciones presentes en el entorno de forma transparente, en cualquier momento y lugar, mediante diferentes dispositivos móviles, de acuerdo a su perfil de usuario y a la localización que tengan dentro del *campus*. De esta forma, se apoyará al proceso educativo más allá de un aula y de un libro.

ABSTRACT

ABSTRACT.

The need to get special information in a quick, safe, and efficient way, -and at low cost-, is an inherent reality in and out of working and educational environments. In order to meet this requirement, we have developed mobile devices that harbor the learning and communication's future. However, nowadays, there're not many known apps that, in addition to provide information, have automatic identification mechanisms and an information privileges prioritization.

According to the previous statements, it becomes important to create the medium that allows us access to affordable and accurate information at anytime from anywhere.

Just imagine changing the educational environment through these mobile devices! Thus, if a teacher arrives at classroom, automatically the mobile network will identify him and shortly, all the privileges will be uploaded to his mobile device: students' lists, schedules, etc.

This work comes up with a proposal of a model of administration for education environments in network, based on concepts as network domains, ubiquitous computing and services, where users will be able to access to different services and applications, all of them located into the environment in a clear way (at anytime from anywhere) through several mobile devices, according to a user profile and the location on campus. In this way, we want to support the educational process, beyond a classroom and a book.

ÍNDICE

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	II
OBJETIVOS	IV
Objetivo General.	V
Objetivos Particulares.	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VIII
ÍNDICE	X
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I	
ESTADO DEL ARTE	1
1.1 Administración remota de la configuración.	2
1.2 Redes ubicuas.	3
1.2.1 El software en redes ubicuas.	4
1.2.2 Tecnologías ubicuas.	5
1.3 Tipos de servicios.	6
1.3.1 Servicios Web.	7
1.3.2 Servicios móviles.	8
1.3.3 Servicios interactivos.	8
1.3.4 Sistemas distribuidos.	9
1.3.5 Sistemas colaborativos.	11
1.3.6 Servicios federados y no federados.	12
1.3.7 Comparativa de los servicios.	12
1.4 Referencias.	14
CAPÍTULO II	
MODELO PROPUESTO	15
2.1 Análisis del problema.	16
2.2 Tipos de dominios.	17
2.2.1 Dominios fijos.	17
2.2.2 Dominios móviles.	17
2.2.3 Dominios distribuidos.	18
2.2.4 Propuesta.	18
2.3 Arquitectura de un sistema de inteligencia de dominios.	19
2.4 Redes educativas: una estrategia para mejorar la educación.	20
2.4.1 Servicios en un ambiente escolar.	21

2.5 Modelo propuesto.	22
2.5 Referencias.	24
CAPÍTULO III	
DISEÑO Y ARQUITECTURA DEL MODELO	25
3.1 Módulo de reconocimiento de red.	27
3.2 Módulo de validación.	28
3.3 Módulo de aplicaciones.	30
3.4 Módulo de prestación de servicios.	32
3.5 Herramientas de diseño.	34
3.5.1 Bases de datos.	34
3.5.2 MySQL.	36
3.5.3 PHP.	38
3.5.4 PhpMyAdmin.	39
3.5.5 HTML.	40
3.6 Referencias.	42
CAPÍTULO IV	
IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO	43
4.1 Caso de estudio del modelo.	45
4.2 Módulo de reconocimiento de red.	46
4.3 Módulo de validación.	48
4.4 Módulo de aplicaciones.	59
4.5 Módulo de prestación de servicios.	65
4.6 Referencias.	66
CAPÍTULO V	
RESULTADOS Y CONCLUSIONES	67
5.1 Resultados.	68
5.1.1 Ejemplos de aplicaciones y/o servicios disponibles.	68
5.1.2 Dispositivos móviles utilizados.	71
5.1.3 Pruebas realizadas.	74
5.1.4 Resultados de implementación.	77
5.2 Referencias.	81
5.3 Conclusiones.	81
5.4 Publicaciones.	82
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	84
APÉNDICE A	
PUBLICACIONES	87

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN.

En la presente tesis se desarrolla un modelo de administración de servicios en red para ambientes educativos, basándose en conceptos de dominio de red, cómputo ubicuo, entre otros. El trabajo consta de cinco fases principales que son: Análisis, Propuesta, Diseño, Producción e Implementación y Resultados.

Primeramente, se ilustran los conceptos básicos que rodean a los servicios en red, así como a los sistemas móviles, los cuales servirán como referencia para el diseño y elaboración del modelo.

Una vez realizado el análisis, se lleva a cabo la presentación de la propuesta del modelo. Posteriormente, en la etapa de diseño, se plantean las características de diseño que debe guardar este tipo de aplicaciones. Esta idea subyace en la concepción de facilitar la transferencia de información de forma inalámbrica en espacios educativos, manteniendo siempre medidas de seguridad para evitar la sustitución de identidades.

En lo que respecta a la producción e implementación, los servicios y/o aplicaciones son administrados de acuerdo a dos características principales que son: 1) perfil del usuario, que determinará el nivel de privilegios que la persona tendrá dentro de la red y 2) localización dentro del campus del usuario (dominio en el que se encuentra), que definirá la clase de aplicaciones a las cuales tendrá acceso esa persona.

CAPÍTULO I

ESTADO DEL ARTE

CAPÍTULO I ESTADO DEL ARTE.

Actualmente, el aprendizaje y el conocimiento son parte esencial en toda organización y comunidad; y al hablar de comunidad es necesario que el conocimiento se distribuya y se aplique, de otra forma, se volvería inútil. La clave de la evolución social radica en la generación, difusión y distribución simultánea de los mismos: aprendizaje y conocimiento.

A través del tiempo, esta distribución de información (comunicación) se ha dado por diferentes medios, siendo un claro ejemplo las comunicaciones inalámbricas (wireless) que están experimentando un crecimiento acelerado. Conforme continúan transcurriendo los años, las innovaciones tecnológicas permiten aumentar la calidad no sólo en el sector productivo, sino también en el sector educativo, el cual ha sufrido un cambio drástico desde la aparición de material interactivo de apoyo y referencias de fácil acceso.

En la actualidad, es importante reducir los tiempos de búsqueda de información, ya que recae en un mayor tiempo para su asimilación. Existen métodos de búsqueda que no requieren demasiado tiempo como es Internet, aunque en muchos casos, no es posible estar frente a una computadora todo momento. Sin embargo, pese a la existencia de otras alternativas como son Internet inalámbrico y móvil, las búsquedas siguen siendo exhaustivas y arrojan grandes cantidades de información que muchas veces resulta innecesaria o que no corresponde a lo consultado.

Es por esta razón que se vuelve importante la creación de un medio o método que nos permita tener acceso a información de manera eficiente, fácil y rápida, disponible en cualquier momento y lugar y que además, proporcione la ventaja de que la información obtenida sea útil y veraz. De esta manera, se apoyará al proceso educativo más allá de un aula y de un libro.

1.1 ADMINISTRACIÓN REMOTA DE LA CONFIGURACIÓN.

También llamado *patchmanagement*, es un área de administración de sistemas que involucra la adquisición, prueba e instalación de múltiples *patches* (parches) a un sistema de cómputo administrado. Las tareas incluidas en el *PatchManagement* son: mantener actualizada la información de parches disponibles, decidir qué parches son los apropiados para el sistema en particular, asegurar que los parches estén correctamente instalados, probar el sistema después de su instalación y documentar todos los procedimientos asociados, así como las configuraciones específicas requeridas.

Visto de otra manera, un parche es lo que podríamos llamar una solución elegante: “*make-do*”. No obstante, los parches son algunas veces ineficientes y frecuentemente pueden causar más problemas de los que arreglan. Los expertos en *PatchManagement* tal como Mark Allen, CTO¹ de Gibraltar Software, sugieren que los administradores del

¹Chief Technology Officer

Este nuevo paradigma se está imponiendo poco a poco en nuestra sociedad, y la educación como colectivo habitual en el uso de nuevas tecnologías será uno de los primeros en utilizarlo en el uso diario. Esta investigación y desarrollo se centra en dar soluciones aplicadas a los entornos educativos en este nuevo paradigma de comunicación.

Las redes ubicuas son, por tanto, el último eslabón en la secuencia de crecimiento de los entornos distribuidos. Desde la computación en redes de área local, en las que se seguía un modelo cliente/servidor, se ha pasado a la computación Web o computación en Internet, en las que se siguen modelos de “n” capas, y nuevas arquitecturas como B2B, C2B y P2P.

Los dispositivos actualmente más usados en este tipo de redes son las PDA's, las Tablet PC's y los teléfonos móviles. Estos dispositivos suelen tener acceso a la red mediante Bluetooth, IEEE 802.11b y GPRS. Aunque hoy en día son dispositivos muy usados, aún no están completamente integrados en la red. En la práctica, los servicios proporcionados son a menudo poco más que acceso al correo electrónico y navegación Web limitada, aunque esta situación está mejorando.

1.2.1 EL SOFTWARE EN REDES UBICUAS.

El éxito actual de Internet se basa, en gran parte, en la utilización de aplicaciones Peer-to-Peer (P2P), en las que cualquier elemento de la red puede actuar como cliente o servidor al mismo tiempo. Por el contrario, el modelo de computación inalámbrica adoptado hoy en día está basado en el modelo clásico de cliente/servidor, en donde el dispositivo es el cliente de un servicio que se ejecuta en una red remota. Este modelo se adecua en algunas aplicaciones como la navegación Web, pero limita el sistema para otro tipo de aplicaciones. En particular, el requisito de comunicarse vía un servicio centralizado presenta problemas para aplicaciones de tipo “low-end” como control remoto o monitorización ambiental.

Las redes ubicuas necesitan un mecanismo para permitir a los usuarios tener acceso seguro y transparente a los recursos de la red. El mecanismo *Single SignOn* (SSO) permite al usuario realizar únicamente una autenticación y autorización inicial para permitir su acceso a los recursos, sin la necesidad de autenticarse o ser autorizado subsecuentes veces. La utilización de mecanismos como SSO en estos entornos implican una gran complejidad, y las soluciones tradicionales basadas en autenticación PKI (*Public Key Infrastructure*) más listas de control de acceso (ACL) tienen importantes problemas de escalabilidad. Para solventar estos problemas se necesita una nueva generación de infraestructuras, incluidas aquellas para la autenticación y autorización (AAI), gestión de atributos de certificados (AC) y nuevos mecanismos para delegación y revocación de privilegios [5].

Como se puede constatar, el software actual no está todavía preparado para funcionar en entornos ubicuos en toda su extensión e incluso, se trabaja intensamente en las áreas de investigación de nuevos protocolos e infraestructuras que lo soporten. A pesar de esto, es posible implementar soluciones específicas a problemas limitados en estos entornos. De hecho, el ámbito educativo es uno de los campos más apropiado para este tipo de aplicaciones.

1.2.2 TECNOLOGÍAS UBICUAS.

La concepción de las tecnologías ubicuas fue introducida por Mark Weiser, quien fuera CIO² del “Computer Science Laboratory at Xerox PARC”, en 1988, aunque el reconocimiento mundial, recién se haría sentir unos años más tarde, en 1991 cuando publicara un trabajo denominado: “*The Computer for the Twenty-First Century*”. En este trabajo, Mark Weiser, describió su visión de las tecnologías ubicuas (o “pervasive Computing”), donde predominan los entornos rodeados de computadoras, y las redes de comunicaciones inalámbricas, en conjunto con la interacción de los seres humanos. Muchos aspectos técnicos, fundamentales, de esta visión, hoy los encontramos disponibles y al alcance de todos: computadoras de mano tipo “HandHeld”, redes “Wireless”, sensores de avanzada, etc.

Desde hace ya algunos años que se le está prestando mucha atención a la idea de “comunicaciones ubicuas”. Nadie puede negar que la tecnología se haya introducido en la mayoría de los aspectos de la vida humana. Un claro ejemplo de esto son los teléfonos móviles y la Internet de banda ancha, sobre todo inalámbrica.

Las tecnologías ubicuas nos dan una nueva visión de la sociedad, vista a través de las mejoras que se producen en la calidad de vida de los ciudadanos. Se puede decir, entonces, que la ubicuidad de las tecnologías está dada por la disponibilidad de servicios, procesos e información vinculada a ellas en cualquier lugar y en todo momento; es decir, “*Any time, anywhere*” [6].

Este tipo de tecnología apunta a hacer nuestras vidas más simples, con el uso de herramientas que permitan manejar información fácilmente. Estas herramientas son una nueva clase de dispositivos inteligentes y portátiles, que permiten al usuario interactuar en todo momento desde cualquier ubicación.

Todo apunta a que la próxima etapa de las comunicaciones “ininterrumpidas” será el surgimiento de nuevas tecnologías y redes ubicuas, además de la mejora de las tecnologías ya existentes, tales como:

- Tecnología de identificación por radio frecuencias (RFID), una tecnología que viene sosteniendo un crecimiento muy importante, a nivel Nacional e Internacional.
- Microsensores, adecuados para detectar una gran cantidad de parámetros del entorno (presión, temperatura, movimiento, etc.).
- Mejoras en las comunicaciones de corto alcance en forma inalámbrica.
- Mejoras en los métodos para determinar posiciones de objetos (GPS).
- Redes de área corporal (*BodyArea Network*), donde el propio cuerpo humano se utiliza como medio de transmisión de señales eléctricas de muy baja intensidad.
- Computación Vestible (*wearable computing*), donde se utilizan ciertas propiedades de la ropa (fibras que pueden cambiar su resistencia eléctrica) al estirarlas o doblarlas, ofreciendo el manejo de interfaces Hombre-Máquina.

²Chief Information Officer

La computación ubicua podría originar la aparición de una serie de aplicaciones totalmente nuevas, donde por ejemplo, los objetos funcionando de forma cooperativa crearán nuevas utilidades emergentes. Esto podría tener gran connotación comercial y enormes repercusiones económico-sociales.

Sabemos que la cantidad de computadoras conectadas a Internet ha aumentado en los últimos años, y de hecho, es una tendencia que sigue en aumento. Estas redes tradicionales seguirán creciendo y desarrollándose, aunque las nuevas redes estarán enfocadas en construir hogares, oficinas, y no necesitarán contar con la presencia de usuarios. Casas y edificios inteligentes, es la nueva premisa.

Los tipos de dispositivos que se usarán para conectarse no estarán solamente atados a computadoras personales, de escritorio o a servidores, esto abarca incorporar tecnología móvil (hoy existente) como por ejemplo: PDAs, y cualquier otro componente que pueda comunicarse en forma inalámbrica para interactuar con el resto de los dispositivos. A diferencia de las computadoras tradicionales y de las redes existentes, los nuevos dispositivos tendrán las siguientes características:

- Disminución de tamaño, aumento en capacidad de procesamiento y memoria.
- Se conectarán con otros dispositivos o elementos sin intervención del usuario.
- Conectividad inalámbrica.
- Cambiarán y mejorarán rápidamente, por lo que serán muy accesibles, al mismo tiempo que podrán ser reemplazados rápidamente por otros iguales o mejores.
- Las redes ubicuas, en general, explotan el entorno digital que se caracteriza por:
 - No requerir usuarios.
 - Incorporar sensibilidad, adaptabilidad y respuesta a cada necesidad.
 - Acceso ubicuo, a través de interacciones naturales.

1.3 TIPOS DE SERVICIOS.

La informática se inició con programas *monousuarios* implantados en grandes ordenadores. Posteriormente, estas primeras aplicaciones alcanzaron la capacidad de atender a diferentes usuarios. Pasaron los años y llegó la arquitectura cliente-servidor, que gracias a este modelo de desarrollo, la aplicación se dividía en una parte que interactuaba con el usuario y otra parte que era destinada al procesamiento de información. En este acercamiento se consiguió que cada una de las partes que constituían la aplicación, pudieran residir en computadoras distintas. Con el paso del tiempo, la computación aumentó y llegó la era de las aplicaciones distribuidas, en las cuales, los procesos se realizaban en diferentes unidades. De este paso surgió la tecnología Internet para solventar las problemáticas asociadas a algún fallo centralizado de la aplicación [7].

Como punto final a esta cronología, los servicios web son un paso adelante en la computación, ya que de esta forma un ordenador ya no se considerara como un núcleo de cómputo, sino como un repositorio de servicios de “n” aplicaciones distribuidas por Internet.

1.3.1 SERVICIOS WEB.

Los servicios Web son la revolución informática de la nueva generación de aplicaciones que trabajan colaborativamente, en las cuales el software está distribuido en diferentes servidores.

Existen múltiples definiciones sobre lo que son los Servicios Web. Una posible sería hablar de ellos como un conjunto de aplicaciones o de tecnologías con capacidad para interoperar en la Web. Estas aplicaciones o tecnologías intercambian datos entre sí con el objetivo de ofrecer *servicios*. Los proveedores ofrecen sus servicios como procedimientos remotos y los usuarios solicitan un servicio llamando a éstos a través de la Web [8].

Estos servicios proporcionan mecanismos de comunicación estándares entre diferentes aplicaciones que interactúan entre sí, para presentar información dinámica al usuario. Para proporcionar interoperabilidad y extensibilidad entre estas aplicaciones, y que al mismo tiempo sea posible su combinación para realizar operaciones complejas, es necesaria una arquitectura de referencia estándar.

Ventajas de los servicios Web.

- Aportan interoperabilidad entre aplicaciones de software, independientemente de sus propiedades o de las plataformas sobre las que se instalen.
- Los servicios Web fomentan los estándares y protocolos basados en texto, que hacen más fácil acceder a su contenido y entender su funcionamiento.
- Al apoyarse en HTTP, los servicios Web pueden aprovecharse de los sistemas de seguridad *firewall*, sin necesidad de cambiar las reglas de filtrado.
- Permiten que servicios y software de diferentes compañías, ubicadas en diferentes lugares geográficos, puedan ser combinados fácilmente para proveer servicios integrados.
- Permiten la interoperabilidad entre plataformas de distintos fabricantes por medio de protocolos estándar.

Inconvenientes de los servicios Web.

- Para realizar transacciones no pueden compararse en su grado de desarrollo con los estándares abiertos de computación distribuida como CORBA.
- Su rendimiento es bajo si se compara con otros modelos de computación distribuida, tales como RMI, CORBA o DCOM. Es uno de los inconvenientes derivados de adoptar un formato basado en texto. Y es que entre los objetivos de XML no se encuentra la concisión ni la eficacia de procesamiento.
- Al apoyarse en HTTP, pueden esquivar medidas de seguridad basadas en *firewall*, cuyas reglas tratan de bloquear o auditar la comunicación entre programas a ambos lados de la barrera.
- Existe poca información de servicios Web para algunos lenguajes de programación.

1.3.2 SERVICIOS MÓVILES.

Las redes móviles poseen unas características particulares cuando se comparan con las redes fijas: un terminal móvil está asociado al usuario, mientras que un terminal fijo se asocia normalmente a una familia; el servicio móvil acompaña al usuario, permitiendo su localización en la red; el servicio móvil está siempre accesible, por lo que el usuario puede utilizarlo en cualquier momento; además, la movilidad está restringida en función del terminal (típicamente PC portátil, PDA o teléfono móvil) que condiciona la utilización y la disponibilidad de los servicios.

Para el mismo caso, por definición, el término "comunicaciones móviles" describe cualquier enlace de radiocomunicación entre dos terminales, de los cuales al menos uno está en movimiento, o parado, pero en localizaciones indeterminadas, pudiendo el otro ser un terminal fijo, tal como una estación base. Esta definición es de aplicación a todo tipo de enlace de comunicación, ya sea móvil a móvil o fijo a móvil. De hecho, el enlace móvil a móvil consiste muchas veces en un enlace *móvil-fijo-móvil*. El término móvil puede referirse a vehículos de todo tipo: automóviles, aviones, trenes o sencillamente, a personas paseando por las calles.

El Reglamento de Radiocomunicaciones define el servicio móvil como un servicio de radiocomunicaciones entre estaciones móviles y estaciones terrestres (fijas) o entre estaciones móviles únicamente. Además, en función de dónde se sitúe habitualmente el terminal móvil, el Reglamento diferencia tres tipos de servicio:

- Servicio móvil terrestre.
- Servicio móvil marítimo.
- Servicio móvil aeronáutico.

La limitación tradicional de este tipo de redes es que el ancho de banda soportado es muy inferior al de las redes fijas. Esto supone una menor velocidad en el acceso a la información y un menor volumen de información accesible para los usuarios. La velocidad está estrechamente ligada a la tecnología, que es la que, en definitiva, puede permitir un mayor caudal de bits por segundo para el transporte y, especialmente, para el acceso a/desde la red. Con la llegada de GPRS (*General Packet Radio Service*) y UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) a las redes móviles, el tipo de aplicaciones que pueden ser ofrecidas a partir de estas redes, son prácticamente las mismas que las que pueden ser ofrecidas en las redes fijas.

1.3.3 SERVICIOS INTERACTIVOS.

El concepto "servicios de valor añadido" está reservado, desde la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT) de 1987, a los servicios que, no siendo servicios de difusión, acceden a información almacenada, envían información o realizan el tratamiento, el depósito y la recuperación de información. Por ello parece más conveniente referirse de ahora en adelante a ellos como "servicios interactivos", concepto que se utiliza

para denominar a una gama muy amplia de aplicaciones tecnológicas y de prácticas comunicativas que presentan alguna forma de interacción entre sistemas y usuarios.

En sí, un servicio interactivo es aquél que ofrece un conjunto de funcionalidades de interés para el usuario con las que puede interactuar sin retardos significativos para su percepción de la calidad por medio de experiencias interactivas.

Una “experiencia interactiva” en el entorno digital (llámese Internet, TV digital, telefonía móvil, etc.) es aquella en la que el usuario desarrolla una acción de forma libre con una o varias personas en tiempo real. Las experiencias interactivas cuando están bien construidas y desarrolladas permiten dar un servicio al usuario y se alejan de ser un mero contenido inanimado como si estuviéramos hablando aún de los medios analógicos.

En esta línea, la expresión “experiencia interactiva” se compone de dos términos:

La palabra “experiencia” se refiere a un aprendizaje que se adquiere con el uso y la práctica, por tanto exige volver sobre el hecho que la ha generado; he aquí la clave de la fidelización. Para que se dé la fidelización es necesario que el usuario vuelva a realizar el mismo itinerario de navegación porque se ha sentido satisfecho con la experiencia y ha interiorizado esa enseñanza. Para este propósito lo importante será, en gran parte, crear experiencias realmente interactivas y satisfactorias para el público objetivo.

El otro término que compone la expresión es “interactiva”, el cual describe la relación de comunicación entre usuario/actor y un sistema (informático, video u otro).

1.3.4 SISTEMAS DISTRIBUIDOS.

Un sistema distribuido se define como una colección de computadores autónomos conectados por una red con el software distribuido adecuado para que éste sea visto por los usuarios como una única entidad capaz de proporcionar facilidades de computación.

El desarrollo de los sistemas distribuidos vino de la mano de las redes locales de alta velocidad a principios de 1970. Más recientemente, la disponibilidad de computadoras personales de altas prestaciones, estaciones de trabajo, ordenadores servidores ha resultado en un mayor desplazamiento hacia los sistemas distribuidos en detrimento de los ordenadores centralizados multiusuario. Esta tendencia se ha acelerado por el desarrollo de software para sistemas distribuidos, diseñado para soportar el desarrollo de aplicaciones distribuidas. Este software permite a los ordenadores coordinar sus actividades y compartir los recursos del sistema (hardware, software y datos).

Son seis las características principales responsables de la utilidad de los sistemas distribuidos: compartición de recursos, apertura (openness), concurrencia, escalabilidad, tolerancia a fallos y transparencia. En las siguientes líneas trataremos de abordar cada una de ellas.

1) Compartición de Recursos.

Los recursos en un sistema distribuido están físicamente encapsulados en una de las computadoras y sólo pueden ser accedidos por otras computadoras mediante las comunicaciones (la red). Para que la compartición de recursos sea efectivo, éste debe ser manejado por un programa que ofrezca una interfaz de comunicación, permitiendo que el recurso sea accedido, manipulado y actualizado de una manera fiable y consistente. Surge el término genérico de gestor de recursos.

Un gestor de recursos es un software que maneja un conjunto de recursos de un tipo en particular. Cada tipo de recurso requiere algunas políticas y métodos específicos junto con requisitos comunes para todos ellos. Éstos incluyen la provisión de un esquema de nombres para cada clase de recurso, que permite que los recursos individuales sean accedidos desde cualquier localización; la traslación de nombre de recurso a direcciones de comunicación y la coordinación de los accesos concurrentes que cambian el estado de los recursos compartidos para mantener la consistencia.

Un sistema distribuido puede verse de manera abstracta, como un conjunto de gestores de recursos o como un conjunto de programas que usan los recursos. Los usuarios de los recursos se comunican con los gestores de los recursos para acceder a los recursos compartidos del sistema.

2) Apertura (openness).

Un sistema puede ser abierto o cerrado con respecto a extensiones hardware (añadir periféricos, memoria o interfaces de comunicación, etc.) o con respecto a las extensiones software (añadir características al sistema operativo, protocolos de comunicación y servicios de compartición de recursos, etc.). La apertura de los sistemas distribuidos se determina, primariamente, por el grado hacia el que nuevos servicios de compartición de recursos se pueden añadir sin perjudicar ni duplicar a los ya existentes.

3) Concurrencia.

Cuando existen varios procesos en una única maquina decimos que se están ejecutando concurrentemente. Si el ordenador está equipado con un único procesador central, la concurrencia tiene lugar entrelazando la ejecución de los distintos procesos. Si la computadora tiene “N” procesadores, entonces se pueden estar ejecutando estrictamente a la vez hasta “N” procesos.

4) Escalabilidad.

Los sistemas distribuidos operan de manera efectiva y eficiente a muchas escalas diferentes. La escala más pequeña consiste en dos estaciones de trabajo y un servidor de ficheros; mientras que un sistema distribuido construido alrededor de una red de área local simple podría contener varios cientos de estaciones de trabajo, varios servidores de ficheros, servidores de impresión y otros servidores de propósito específico.

La demanda de escalabilidad en los sistemas distribuidos ha conducido a una filosofía de diseño en que cualquier recurso simple (hardware o software) puede extenderse para proporcionar servicio a tantos usuarios como se quiera. Esto es, si la demanda de un recurso crece, debería ser posible extender el sistema para darle servicio. Por ejemplo, la frecuencia con la que se accede a los ficheros crece cuando se incrementa el número de usuarios y estaciones de trabajo en un sistema distribuido. Entonces, debe ser posible añadir ordenadores servidores para evitar el cuello de botella que se produciría si un solo servidor de ficheros tuviera que manejar todas las peticiones de acceso a los ficheros.

5) Tolerancia a Fallos.

El diseño de sistemas tolerantes a fallos se basa en dos cuestiones complementarias entre sí: redundancia hardware (uso de componentes redundantes) y recuperación del software (diseño de programas que sean capaces de recuperarse de los fallos).

Los sistemas distribuidos también proveen un alto grado de disponibilidad en la vertiente de fallos hardware. Un fallo simple en una máquina multiusuario resulta en la no disponibilidad del sistema para todos los usuarios. Cuando uno de los componentes de un sistema distribuido falla, sólo se ve afectado el trabajo que estaba realizando el componente averiado. Un usuario podría desplazarse a otra estación de trabajo.

6) Transparencia.

La transparencia se define como la ocultación al usuario y al programador de aplicaciones de la separación de los componentes de un sistema distribuido, de manera que el sistema se percibe como un todo, en vez de una colección de componentes independientes.

1.3.5 SISTEMAS COLABORATIVOS.

Son sistemas basados en computadoras que soportan grupos de personas involucradas en una tarea común (u objetivo) y que proveen una interfaz a un ambiente compartido [9].

Esto implica que el grupo de usuarios pueda coordinar actividades, solucionar problemas, editar documentos o diagramas, negociar, etc., usando tecnologías específicas, generalmente basadas en servicios electrónicos de redes tales como: envío de e-mails, video-conferencias, chats, etc.

Las características más importantes de los sistemas colaborativos son:

- Proveer de un ambiente de colaboración en el que realmente se perciba que el trabajo en grupo se lleva a cabo.
- Mantener la información en un solo sitio común para todos los miembros.
- Interactuar con otros usuarios, de forma escrita, voz o video.

Los sistemas colaborativos se pueden clasificar en base a: tiempo y espacio. En base al tiempo se clasifican en sincrónicos y asincrónicos; y en base al espacio, pueden estar en el mismo lugar o en forma distribuida. Las aplicaciones típicas de los sistemas colaborativos sincrónicos (los cuales soportan aplicaciones en tiempo real) son: pizarrones compartidos, teleconferencia, chat y sistemas de toma de decisiones. Algunos ejemplos de aplicaciones típicas de los sistemas colaborativos asincrónicos son: e-mail, *newsgroups*, calendarios y sistemas de escritura colaboracionales [10].

Los sistemas colaborativos deben proporcionar tres funciones esenciales dentro de un grupo, llamadas las tres C's:

- **Comunicación:** es la función más importante del sistema colaborativo, ya que es el medio en que la información es compartida.
- **Colaboración:** utilizada para unir la cooperación y la resolución de problemas tradicionales como: lugar y tiempo para la realización de la misma o la disponibilidad de información; además de mejorar la eficiencia en la toma de decisiones con la contribución de todos los miembros del grupo.
- **Coordinación:** es la acción de asegurar que el equipo está trabajando eficientemente y en conjunto para alcanzar una meta. Esto incluye la distribución de tareas y revisión de su ejecución.

1.3.6 SERVICIOS FEDERADOS Y NO FEDERADOS.

Los servicios federados también son conocidos como servicios espaciales, mientras que a los no federados se les denomina servicios dispersos.

Una de las características que distingue a los servicios federados del resto de los mencionados es que éstos, sólo se encuentran disponibles en una zona, región o dominio determinado; es decir, si nosotros nos encontramos dentro de la zona de cobertura del espacio definido, tendremos acceso a estos servicios, mientras que si nos encontramos fuera del dominio no podremos acceder a éstos.

Por otro lado, los servicios no federados son los servicios que no están limitados a un dominio en específico y pueden ser accesados desde cualquier parte de la red.

1.3.7 COMPARATIVA DE LOS SERVICIOS.

A continuación, en la Tabla 1.1, se desarrollará una comparativa entre los diversos tipos de servicios analizados, con la finalidad de presentar de forma resumida sus características en cuanto a seguridad, escalabilidad, movilidad, conectividad, adaptabilidad, flexibilidad, disponibilidad y transparencia.

Entenderemos estos conceptos como:

- **Seguridad:** son los mecanismos de identificación y autenticación implementados para evitar el uso no autorizado de recursos.

- Escalabilidad: habilidad para extender el margen de operaciones sin perder calidad, o bien, manejar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida, o bien, para estar preparado para hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos.
- Movilidad: permite recibir la información que se necesite sin importar el lugar donde se encuentre el usuario; cualquier elemento de interacción del sistema puede estar en cualquier lugar.
- Conectividad: permite extender el alcance de una aplicación para que sea accesible desde diversos dispositivos o medios; admite establecer una conexión fiable en cualquier lugar y bajo cualquier infraestructura.
- Adaptabilidad: contempla la convivencia e inclusión de nuevas y futuras tecnologías o infraestructuras.
- Flexibilidad: permite dar una respuesta ágil y eficiente a los servicios.
- Disponibilidad: referencia al hecho de que un usuario autorizado pueda acceder a la información y/o a los servicios en el momento que lo requiera.
- Transparencia: habilidad mediante la cual, el mecanismo para invocar servicios permanece igual, independientemente de si el servicio reside en una máquina local o en una máquina remota.

Tabla 1.1 Comparativa de los diferentes servicios existentes.

Tipo de servicio	Características							
	Seguridad	Escalabilidad	Movilidad	Conectividad	Adaptabilidad	Flexibilidad	Disponibilidad	Transparencia
Web	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Móvil	X	✓	✓	✓	✓	O	✓	✓
Interactivo	X	X	O	✓	X	X	X	O
Distribuidos	✓	✓	X	X	O	✓	✓	✓
Colaborativos	✓	✓	O	✓	X	✓	O	✓
Federados	✓	✓	X	X	X	X	X	✓

Donde:

- ✓ = sí cuenta con esa característica.
- X = no cuenta con la característica.
- O = cumple con la característica bajo ciertas condiciones.

Una vez vistos los diferentes tipos de servicios que existen actualmente, la propuesta de esta arquitectura es la de mejorar los aspectos de servicio de la red. Para ello, se pretende retomar las particularidades más relevantes de cada uno de los servicios mencionados y proporcionar entornos de servicio más completos, con características como:

- ❖ Aplicaciones móviles.
- ❖ Disponibles en cualquier lugar y en cualquier momento.
- ❖ Administración de los servicios totalmente transparente para el usuario.
- ❖ Interactivos.

- ❖ Capacidad de crear grupos de trabajo.
- ❖ Servicios federados.

1.4 REFERENCIAS.

[1] Extraído de

http://searchenterprisedesktop.techtarget.com/sDefinition/0,,sid192_gci901422,00.html

[2] Weiser, Mark. (1993). Ubiquitous computing: origins, current research, and the future. Eximio Simposio de Lectura. Universidad de British Columbia, Vancouver, Canada.

[3] Weiser, Mark. (2006). Ubiquitous computing: Intel Architecture Labs. Hillsboro, OR.

[4] Reyes Cano, José. Universidad Politécnica de Valencia. (2003). Extraído de <http://www.grc.upv.es/Software/bluepeer/Documentacion/José%20Cano%20Reyes%20-%20PFC.pdf>

[5] Extraído de

http://www.conganat.org/seis/inforsalud03/INFORSALUD2003_reched1.pdf

[6] Extraído de <http://sobre-it.blogspot.com/2009/04/tecnologias-ubicuas.html>

[7] Consultado de http://www.Webtaller.com/maletin/articulos/que_son_Web_services.php

[8] Extraído de la World Wide Web Consortium, W3C.(2010). Guía Breve de Servicios Web desde <http://www.w3c.es/divulgacion/guiasbreves/ServiciosWeb>

[9] Carreto Chadwick, Menchaca Rolando. (2004). Arquitectura de Colaboración mediante dispositivos Móviles Aplicada a la Administración del Conocimiento. Artículo de Investigación. Universidad de Colima, México.

[10] Muñoz Duarte, Miguel Ángel. (2003). Cómputo colaborativo consciente del contexto. Tesis de Maestría, CICESE

CAPÍTULO II

MODELO PROPUESTO

CAPÍTULO II MODELO PROPUESTO.

2.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA.

En los últimos años, el avance tecnológico referente a los sistemas de cómputo móvil y las redes inalámbricas, ha sido muy significativo. Estas tecnologías representan una base importante en los esquemas de desarrollo actuales, por lo que el proporcionar servicios para estas tecnologías representa un desafío para las comunidades de desarrollo tecnológico, científico y de investigación.

Por otro lado, la necesidad de obtener información especializada en forma rápida, segura, eficiente y a un bajo costo, es una realidad inherente en nuestra sociedad. El anhelo de cubrir este requerimiento, ha llevado a desarrollar dispositivos móviles que alberguen el futuro del aprendizaje y de la comunicación; sin embargo, actualmente, no existen muchas aplicaciones conocidas que, además de cumplir el requisito de proporcionar información, cuenten con un mecanismo de identificación automático, así como con una jerarquización de privilegios de la información.

Es por esta causa, -entre otras-, que en el presente trabajo, se propone un modelo de administración de servicios en red, el cual, permitirá que se distribuyan los servicios en una red de acuerdo a los perfiles y a los espacios o “dominios” de aplicación de los mismos.

El modelo pretende formar un medio o método que permita a los usuarios tener acceso a la información, servicio y/o aplicación en cualquier momento y lugar, de manera eficiente, fácil y rápida, a través de su dispositivo móvil, proporcionando además, la ventaja de que la información obtenida sea útil y veraz.

La idea de aplicar este modelo en un entorno educativo, se concibe a partir del hecho de que este medio es uno de los principales actores que utiliza en mayor porcentaje el desarrollo tecnológico y científico. Así mismo, se ha detectado una problemática en los entornos educativos en cuanto a la disponibilidad de la información y/o de los servicios y a la falta de ubicuidad que no permite al usuario aprovechar y hacer uso de la tecnología de una forma más eficiente.

La arquitectura que se plantea en el modelo tiene la característica de que el usuario, en todo momento, obtenga una atención inmediata, así como una total movilidad dentro del área, y que además, los servicios que se ofrezcan en el dominio sean administrados de forma inteligente; es decir, dependiendo del nivel de privilegios que tenga la persona que acceda a la red (tipo de perfil), será el tipo de servicios a los que tendrá acceso. Dado lo anterior, uno de los objetivos de esta arquitectura es el de brindar de mejor manera los recursos de la red al usuario.

2.2 TIPOS DE DOMINIOS.

Las redes o infraestructuras de telecomunicaciones proporcionan la capacidad y los elementos necesarios para mantener a distancia un intercambio de información y/o una comunicación, ya sea ésta en forma de voz, datos, video o una mezcla de los anteriores.

Los elementos necesarios comprenden disponer de acceso a la red de comunicaciones, de transporte de la información y de los medios y procedimientos (conmutación, señalización y protocolos para poner en contacto a los extremos (abonados, usuarios, terminales, etc.)) que desean intercambiar información [1].

Un dominio es un área limitada en la cual, existen servicios de cómputo. Existen diferentes formas de clasificar a los dominios. A continuación se describen dado el grado de movilidad que tienen:

2.2.1 DOMINIOS FIJOS.

En esta estructura, los usuarios y los terminales están permanentemente fijos, conectados físicamente a las redes mediante un cable o mediante espectro radioeléctrico, sin poder desplazarse de ubicación (Figura 2.1).



Figura 2.1 Estructura de un dominio fijo.

2.2.2 DOMINIOS MÓVILES.

La Figura 2.2 muestra un dominio como éste. En él, los accesos de la red están fijos y los usuarios están en movimiento dentro de las zonas de cobertura de la red; los terminales proporcionan a la red las señales que permiten su seguimiento e identificación.



Figura 2.2 Estructura de un dominio móvil.

2.2.3 DOMINIOS DISTRIBUIDOS.

Al igual que en un dominio móvil, el usuario no guarda una posición fija dentro de la zona de cobertura. Aquí, los accesos a la red también son móviles, por lo que la zona de cobertura de la red es igualmente móvil. Este tipo de arquitectura también es conocida como dominio virtual, debido a que uno puede acceder a determinada zona de cobertura sin estar precisamente en ella (Figura 2.3).

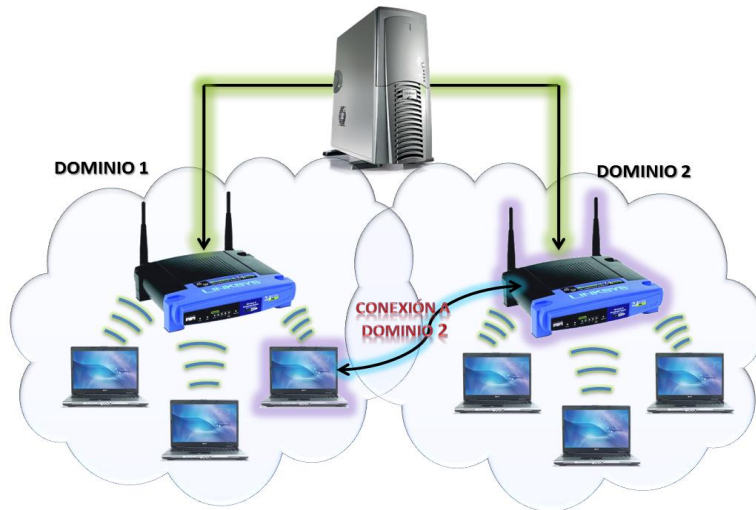


Figura 2.3 Estructura de un dominio distribuido.

2.2.4 PROPUESTA.

La arquitectura que se plantea en este modelo es la que se muestra en la Figura 2.4, en donde el usuario tenga una completa movilidad dentro del dominio, y que además, los servicios que se ofrezcan en éste, sean administrados de una manera inteligente, por lo que dependiendo del tipo de perfil con que cuente el usuario (nivel de privilegios) será el tipo

de servicios y/o aplicaciones a los que tendrá acceso dentro del dominio. Por lo anterior, se cumple uno de los objetivos de este modelo: brindar de mejor manera los recursos de la red al usuario.

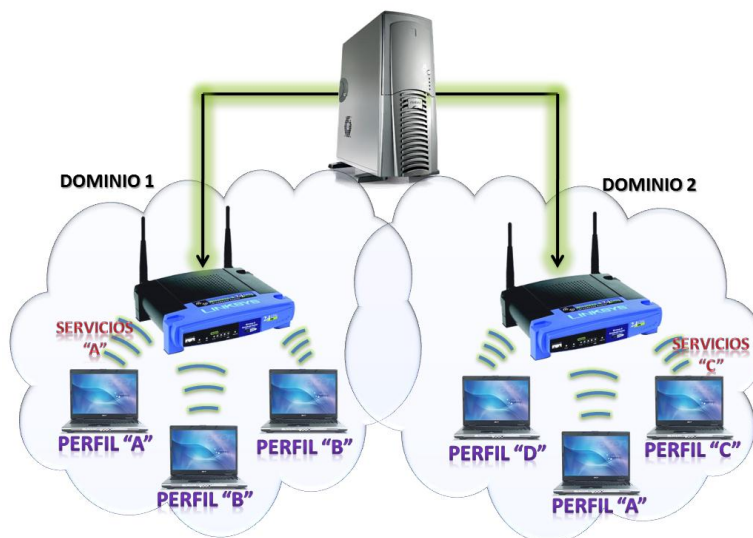


Figura 2.4 Estructura del modelo propuesto

2.3 ARQUITECTURA DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA DE DOMINIOS.

Entiéndase como un *dominio inteligente* a un ámbito limitado en el cual, existe un servicio automatizado de cómputo que utiliza técnicas de inteligencia artificial como lo son la identificación y la autenticación de usuarios para realizar un determinado fin.

Llevando la definición de dominio inteligente a un ámbito educativo, podemos considerar un dominio como cada sitio de interés en donde se desarrolle una actividad diferente. Ejemplo: aulas, biblioteca, control escolar, auditorio, oficinas de gobierno, etc.

Ahora imagine que en cada uno de estos lugares existe un acceso inalámbrico a Internet en donde el usuario es identificado y autenticado de forma automática. El término inteligente se da a la condición de que el servidor que proporciona el servicio, además de identificar y autenticar de forma automática, mecánicamente cargue en el dispositivo móvil del usuario información correspondiente a su nivel de privilegios, invariablemente del lugar donde se encuentre.

Lo anterior se puede entender mejor con un ejemplo: considere al usuario 1 con un nivel de privilegios de profesor y al usuario 2, con privilegios de alumno. Ahora considere que los usuarios ya han sido identificados y se encuentran en las aulas: mientras que el usuario 1 en automático recibe información de sus grupos como listas de asistencia, horario, material de apoyo para sus asignaturas, avisos, noticias, etc., el usuario 2 recibirá información de su horario de clases y de algunos cursos y eventos acorde a su perfil. De igual forma, si los usuarios se desplazan a otro dominio, éstos recibirán la información

acorde al dominio en que se encuentren, manteniendo siempre los niveles de privilegio de cada usuario.

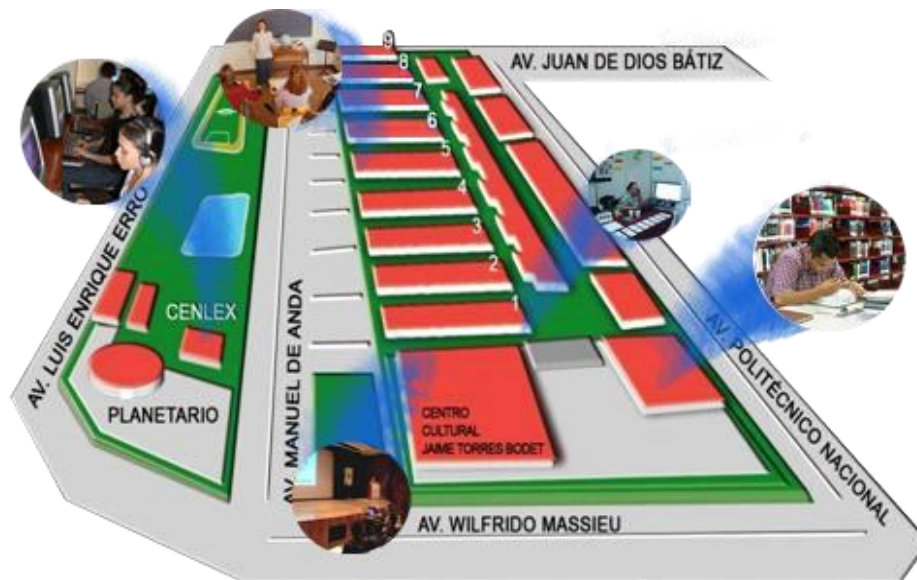


Fig. 2.5 Dominios dentro de un ambiente educativo (Unidad Profesional Adolfo Lopez Mateos, Campus Zacatenco).

Cabe mencionar, que al salir de la región de cobertura del dominio, la información cargada en automático en el dispositivo móvil del usuario por el dominio, se perderá, por lo que si se desea esta información nuevamente, el usuario tendrá que estar dentro de la región de cobertura del dominio y realizar el proceso de autenticación nuevamente. De igual forma, se tendrá la opción de siempre poder acceder a servicios y/o aplicaciones que no se carguen de forma automática al dispositivo móvil, dada la autenticación y localización del usuario. Para ello, el usuario tendrá que abrir una nueva ventana en el buscador web y teclear el link de la ruta en donde se encuentre la información que desea.

2.4 REDES EDUCATIVAS: UNA ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA EDUCACIÓN.

En la actualidad, las redes educativas son un mecanismo mediante el cual, se van gestando alianzas y se generan espacios de intercambio entre personas e instituciones de distintos lugares del mundo, con objetivos claros y comunes.

Las redes educativas van tomando gran fuerza sumando miembros y sobre todo, generando nuevos espacios y formas de ver la realidad que vivimos; todo ello, enriquecido con el aporte de experiencias y políticas aplicadas en otros países.

Compartir otras visiones abre nuevas posibilidades para la diversidad de situaciones que vivimos en el país; y tener nuevas oportunidades, es un aporte al crecimiento y desarrollo [2].

En esta perspectiva, las redes están contribuyendo enormemente a mejorar la calidad educativa, generando un punto de encuentro, de diálogo, de interaprendizaje, de apoyo solidario, de crecimiento personal y colectivo, de intercambio de conocimientos y de experiencias educativas; vale decir, una empresa del aprendizaje [3].

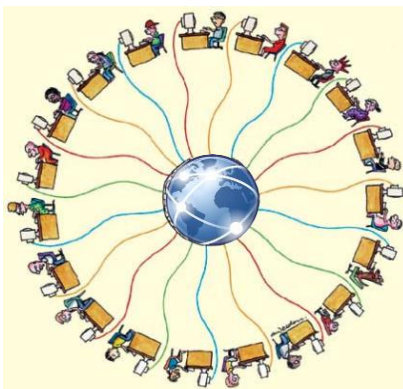


Fig. 2.6 Red educativa.

Hoy por hoy, las redes educativas son un ejemplo claro de globalización: hacen uso de nuevas tecnologías que permiten a los usuarios acceder a ellas desde cualquier sitio y en cualquier momento; utilizan una gran diversidad de servicios, necesitando con ello una buena administración de los mismos, por lo que un modelo como el que se propone aquí ayudará a mejorar aspectos educativos en la distribución de la información, el aprendizaje y el conocimiento, dando un aporte al crecimiento y desarrollo de la educación.

2.4.1 SERVICIOS EN UN AMBIENTE ESCOLAR.

Un entorno educativo es un espacio propio para la educación, conformado por diferentes áreas como son: aulas, bibliotecas, control escolar, auditorios, oficinas de gobierno, cafeterías, sección de informática, secciones deportivas, etc.

Debido a que cada una de estas áreas tiene diferentes características, se genera información diversa, dando como resultado la necesidad de implementar distintos servicios que deben ser cubiertos. De allí la importancia del presente trabajo, pues éste como se ha venido mencionando, tiene como uno de sus objetivos clasificar y cargar de forma automática -considerando el motor de decisión antes mencionado- sólo la información estrictamente necesaria al usuario. Ejemplo: bibliografías de un determinado semestre.

En la Tabla 2.1 se muestran algunos de los servicios que pueden encontrarse disponibles en un ambiente escolar de acuerdo al área donde nos encontremos.

Tabla 2.1 Ejemplos de servicios en un ambiente educativo.

ÁREA	SERVICIO	
Biblioteca		
	1	Consulta del catálogo de libros.
	2	Tesis institucionales.
	3	Revistas electrónicas.
	4	Material didáctico.
	5	Servicios de renovación de libros.
	6	Información de cursos, seminarios, eventos, etc.
Control escolar		
	1	Convocatorias para inscripciones y reinscripciones.
	2	Consulta de calificaciones y del historial.
	3	Horarios de grupos.
	4	Captura de calificaciones.
	5	Corrección de listados.
	6	Lista de alumnos.
	7	Avisos y noticias.
Aulas		
	1	Consulta de horarios.
	2	Lista de alumnos.
	3	Horarios de los profesores.
	4	Material de apoyo para las asignaturas.
	5	Información de cursos, seminarios, eventos, etc.
	6	Avisos y noticias.

2.5 MODELO PROPUESTO.

En la Figura 2.7, se muestra el modelo propuesto que ofrece servicios y/o información a la comunidad del entorno educativo.

De forma general, la arquitectura del modelo propuesto funciona de la siguiente manera:

1. Un dispositivo móvil, al estar en el área de cobertura inalámbrica que ofrece un Access Point (que llamaremos también dominio), podrá detectar esta conexión de red y hacer la petición para conectarse.

2. En el momento en que el dispositivo móvil hace la petición de conexión a la red, se le pide al usuario que ingrese su nombre de usuario y contraseña. Esta información, al igual que la dirección IP del Access Point (AP) por donde el usuario quiere ingresar a la red, se envía al servidor de autenticación.



Figura 2.7 Modelo propuesto.

3. El servidor de autenticación es el encargado de verificar que tanto el nombre de usuario como la contraseña, coincidan con un usuario registrado en su base de datos.

4. Si la información proporcionada por el usuario es incorrecta, éste no tendrá acceso a la red; mientras que si la autenticación es correcta, se le asignará una dirección IP al dispositivo del usuario y podrá acceder al dominio.

5. La localización del usuario dentro de la red es obtenida mediante la información enviada al servidor durante la petición de acceso a la red (paso 2).

6. Una vez que el usuario se ha conectado a la red, y se conoce la localización de éste en la red, el servidor Web es el encargado de asignar los servicios y/o aplicaciones a los cuales tendrá acceso el usuario.

7. La presentación de las aplicaciones y/o servicios se realiza en el momento en que el usuario abre el navegador Web de su dispositivo móvil.

8. Como puede verse, el usuario, -dado el perfil al que pertenezca-, tendrá acceso a una serie de aplicaciones; sin embargo, las aplicaciones que únicamente coincidan con la ubicación actual del usuario, serán las que se proporcionen. Es decir, si el usuario está en un dominio 1, ese usuario recibirá las aplicaciones correspondientes al dominio 1; mientras que si el usuario está en un dominio 2, el usuario recibirá las aplicaciones del dominio 2.

Como se puede observar, los usuarios que estén dentro del dominio de interés, se tienen que identificar para poder acceder a los servicios. Esto permite que el control de acceso se realice por medio de la autoridad de registro del sistema, dándonos un control

bien definido de las personas que entran en él. Asimismo, se sabrá cuál es su nivel de acceso y cuáles serán las responsabilidades que tendrán en el sistema.

El esquema se implementa en una plataforma de lenguaje de programación de código abierto, debido a la gran cantidad de ventajas que nos proporciona este tipo de lenguajes.

La implementación del ambiente de prueba para este modelo se realizó en el laboratorio de cómputo móvil de la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM), bajo un esquema que cumplía con las necesidades de seguridad para un entorno escolar.

2.6 REFERENCIAS.

- [1] Extraído de http://es.wikitel.info/wiki/Redes_de_comunicaciones
- [2] Extraído de <http://www.cenaise.org.ec/redes/redes.html>
- [3] Extraído de <http://ojosyoidos-santa.blogspot.com/2007/03/bienvenidos.html>

CAPÍTULO III
DISEÑO Y ARQUITECTURA DEL
MODELO

CAPÍTULO III DISEÑO Y ARQUITECTURA DEL MODELO.

El modelo propuesto (Figura 2.7 del capítulo anterior) está constituido de cuatro módulos, los cuales, se presentan en la Figura 3.1. Éstos son:

- Módulo de reconocimiento de red.
- Módulo de validación.
- Módulo de aplicaciones.
- Módulo de prestación de servicios.

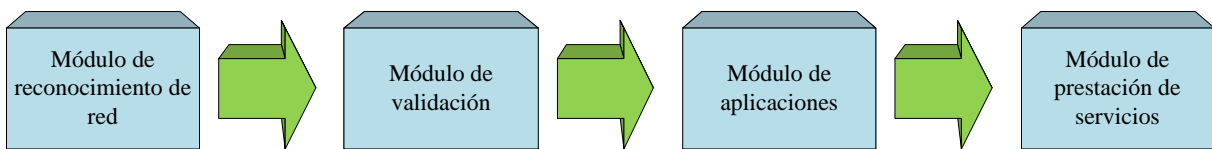


Figura 3.1 Módulos del modelo propuesto.

Implementar este modelo va a proporcionar a los usuarios la gestión y manejo de la información y/o de los servicios ofrecidos en el ambiente educativo, desde sus dispositivos móviles de una forma fácil, segura, disponible en cualquier lugar y en cualquier momento.

Algunas de las características más importantes que el modelo debe tener son:

- ❖ **Sencillez.** Deberá realizarse mediante una interfaz gráfica y amigable, que ayude al usuario a operar el sistema de la mejor forma posible.
- ❖ **Ubicuidad.** La interacción debe ser de forma natural, sin complicaciones, de manera que el usuario sólo se concentre en la información que requiere.
- ❖ **Portabilidad.** Es llevar la interfaz a los diferentes sistemas operativos de los dispositivos móviles, de manera que no sea un obstáculo para el usuario el manejar uno u otro tipo dispositivo.
- ❖ **Seguridad.** Significa que sólo el usuario de la red que tenga privilegios de acceder a un determinado servicio pueda hacerlo y no que cualquier usuario pueda tener acceso a cualquier información.

La interacción que se tenga con el usuario final es fundamental en los objetivos que persigue el modelo, ya que aquí es donde hacemos sentir al usuario cómodo y familiarizado con la gestión de servicios, además de ofrecérselos en el tiempo y forma en que los solicita.

En la Figura 3.2, se muestra el diagrama de secuencia que el modelo debe seguir para realizar la asignación de aplicaciones al usuario.

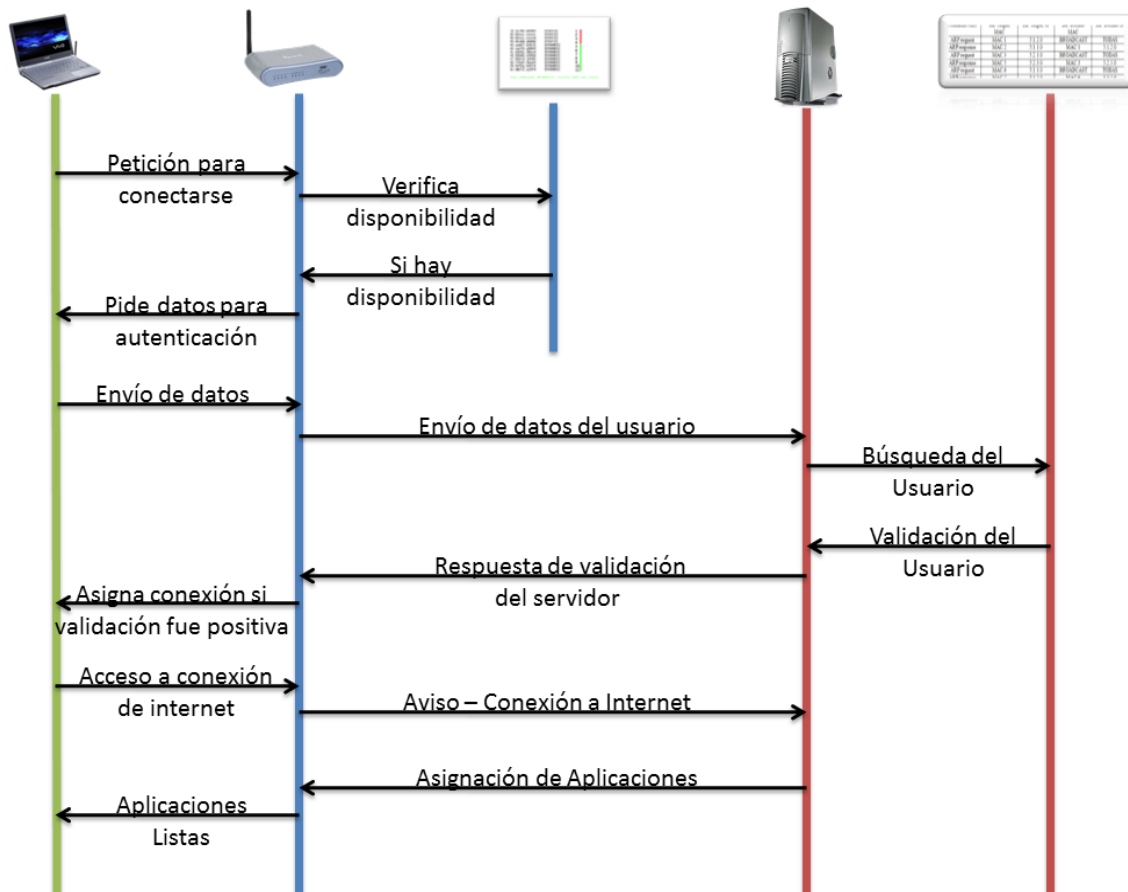


Figura 3.2 Diagrama de secuencia del modelo propuesto.

3.1 MÓDULO DE RECONOCIMIENTO DE RED.

Este módulo es el encargado de hacer que el dispositivo móvil del usuario detecte la red inalámbrica existente en el área y tenga la posibilidad de incorporarse a la red o dominio del entorno educativo. Para ello, existirá un dispositivo de interconexión que será el encargado de permitir el acceso a la red y por ende, a los servicios que en ésta se ofrezcan. El dispositivo de interconexión es el *Access Point* (punto de acceso) del dominio.

Conexión del dispositivo móvil y de la red: El punto de acceso de la red educativa transmite, periódicamente, su identificador de conjunto de servicio (SSID); el equipo móvil de usuario escucha el SSID del punto de acceso y lo retransmite para lograr una asociación; el dispositivo móvil realiza una petición al servidor DHCP para que le proporcione la información necesaria para conectarse a la red. Es en este momento cuando el segundo módulo comienza a funcionar a través de su servidor de autenticación, el cual realizará el proceso de validación del usuario.

La Figura 3.3 muestra el diagrama de flujo del módulo de reconocimiento de red.

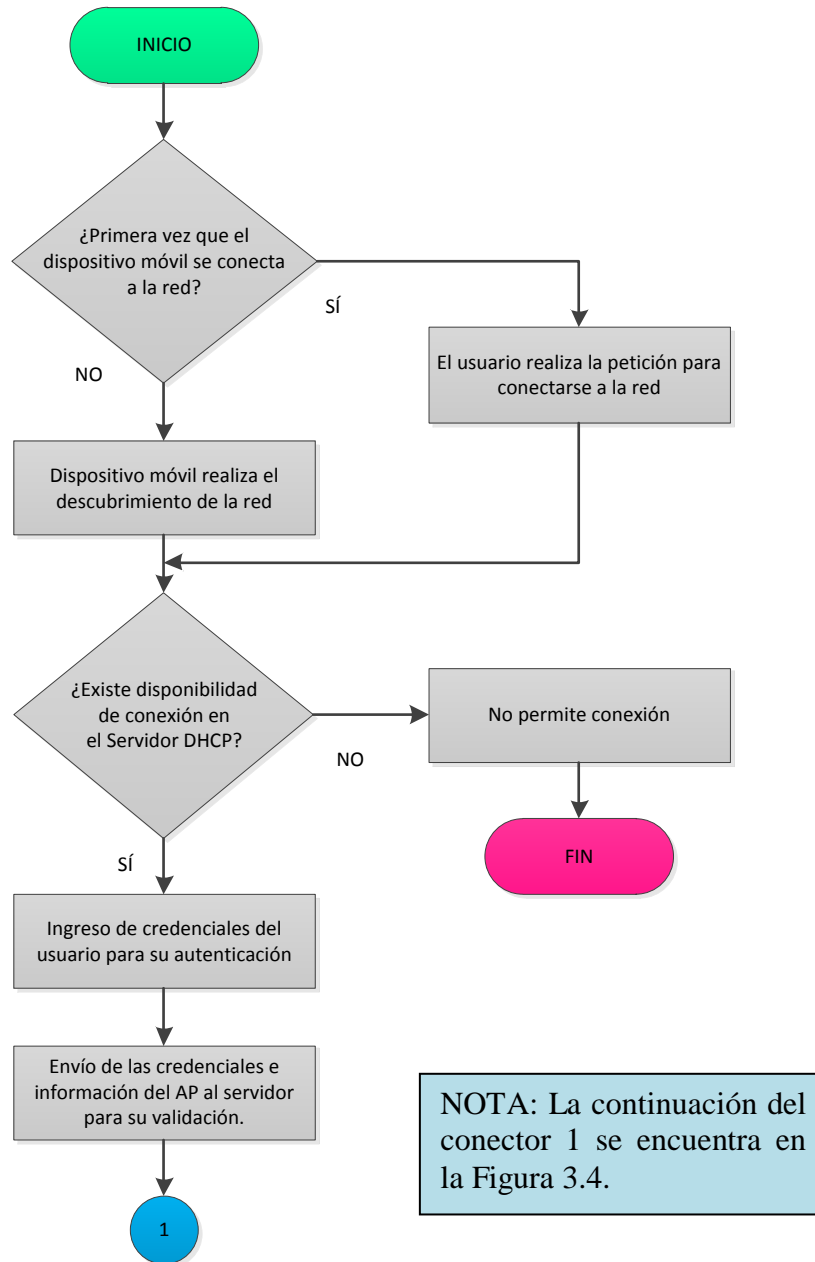


Figura 3.3 Diagrama de flujo del módulo de reconocimiento de red.

3.2 MÓDULO DE VALIDACIÓN.

La seguridad es un aspecto fundamental en todo sistema de comunicaciones y dado que este modelo tiene como uno de sus objetivos el proporcionar información y/o servicios a todos los usuarios del entorno educativo, no significa que cualquier usuario pueda tener acceso a cualquier información. El acceso a los servicios debe ser controlado individualmente, en función del tipo de privilegios con que cuente el usuario.

Si bien el estándar 802.1x de IEEE habla de los servidores de autenticación en términos genéricos, en la realidad son elementos que se diseñan en base a tres características principalmente: Autenticación, Autorización y Auditoría (AAA).

- ❖ *Autenticación:* La autenticación es un modo de asegurar que los usuarios son quienes ellos dicen ser; así que el usuario que acceda a los servicios debe ser el usuario que tiene la autorización para ello.
- ❖ *Autorización:* El proceso por el cual la red de datos autoriza al usuario identificado a acceder a determinados servicios.
- ❖ *Auditoría:* Es mediante la cual, la red registra todos y cada uno de los accesos a los servicios que realiza el usuario, autorizados o no.

Muchos protocolos de seguridad extensamente adoptados están basados en esta asunción. Los métodos de autenticación están en función de lo que utilizan para la verificación y en este caso, el método que será utilizado es:

- Sistema clásico, basado en el ingreso por parte del usuario de un nombre de usuario y una contraseña (*login y password*).

El Servidor de Autenticación que se implementa, se basa en comparar los datos (credenciales) que la persona ingresa al momento de querer acceder a la red, contra la base de datos que el propio servidor contiene; es decir, si el nombre de usuario y la contraseña que introdujo la persona coincide con los de un usuario registrado en la base de datos, se obtendrá una validación positiva; mientras que una validación negativa se obtendrá si esta información no coincide.

Cuando el servidor de autenticación obtiene una validación positiva, el servidor DHCP envía al dispositivo móvil del usuario la configuración de red para su conexión a ésta. Una vez que se lleva a cabo la asociación entre el dispositivo móvil y la red, el Servidor DHCP actualiza su tabla de usuarios (Tabla ARP), la cual contiene la asociación de la dirección IP con la dirección MAC de cada uno de los dispositivos móviles de los usuarios que están conectados.

Para el caso de un usuario que no está registrado o que sus credenciales no son válidas, el servidor de autenticación generará un aviso para negar el acceso a la red, evitando con ello que el usuario pueda obtener cualquier tipo de servicio y/o aplicación, manteniendo así, el no ingreso de personas no autorizadas.

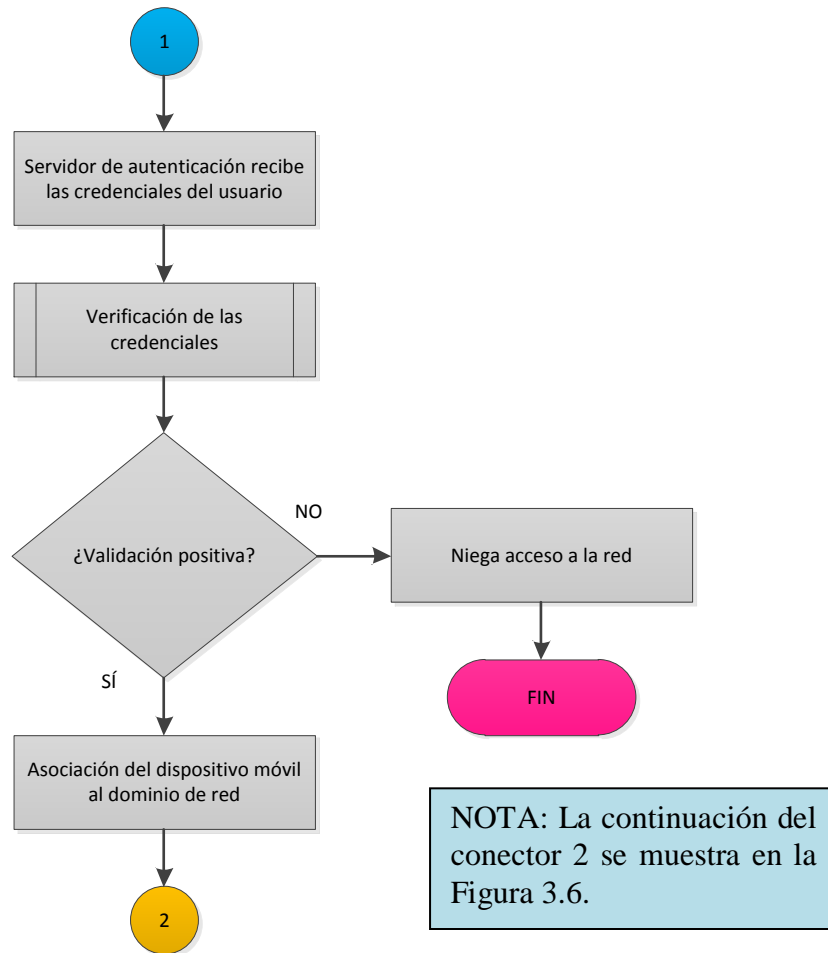


FIGURA 3.4 Diagrama de flujo de módulo de validación.

3.3 MÓDULO DE APLICACIONES.

Este módulo lleva a cabo la administración de aplicaciones y/o de servicios con los que cuenta cada usuario. Este módulo presenta dependencia en relación con el módulo de validación, ya que para poder establecer la administración de los servicios con los que cuenta el usuario, requiere previamente su autenticación.

Para este módulo de aplicaciones existen dos condiciones o mecanismos para la toma de decisión:

- ✓ Perfil.
- ✓ Dominio de acceso.

Para el caso del perfil, reconociendo la clase de perfil con el que cuenta el usuario que accede a la red, será el tipo de privilegios a los cuales tendrá acceso. El perfil del usuario es obtenido en el proceso de autenticación del usuario (módulo de validación).

Los posibles tipos de perfiles son:

- Estudiante.
- Profesor.
- Administrativo.

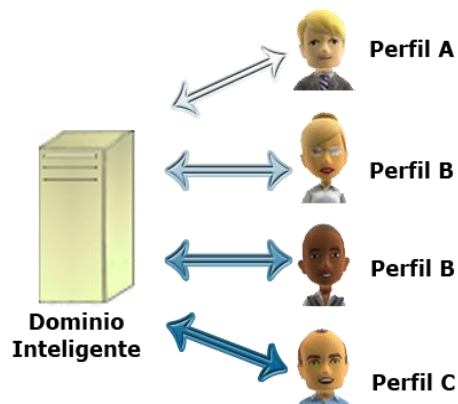


Figura 3.5 Toma de decisión por medio del perfil del usuario.

Las aplicaciones que se ofrecen a los usuarios dependen del perfil que éstos tengan dentro de la base de datos de usuarios registrados en el sistema, por lo que estudiantes, profesores y personal administrativo tendrán servicios y/o aplicaciones acorde a sus necesidades.

Otro factor importante para definir las aplicaciones a las cuales tendrán acceso los usuarios, dependerá de la localización en que se encuentren los usuarios dentro del *campus* para otorgarles el tipo de información que recibirán. Por ejemplo, si están en la biblioteca, recibirán servicios acorde a ese dominio, como lo es la consulta del catálogo de libros y de revistas; mientras que si se encuentran en el área de aulas, recibirán servicios como lo es la consulta de horarios de grupos.

La localización del usuario dentro de la red es obtenida mediante la información enviada al servidor durante la petición de acceso a la red; es decir, mediante el uso de un servidor Radius se obtiene la dirección IP del Access Point, por el cual, el dispositivo del usuario realizó la petición de conexión a la red, y dado que las direcciones IP de los puntos de acceso que conforman la red son fijas y conocidas, podemos definir en automático la ubicación del usuario.

Una vez que se hayan considerado las dos condiciones (perfil y localización), un servidor Web enviará al dispositivo del usuario una interfaz HTML con la relación de las aplicaciones y/o de los servicios a los cuales tiene acceso (Figura 3.6).

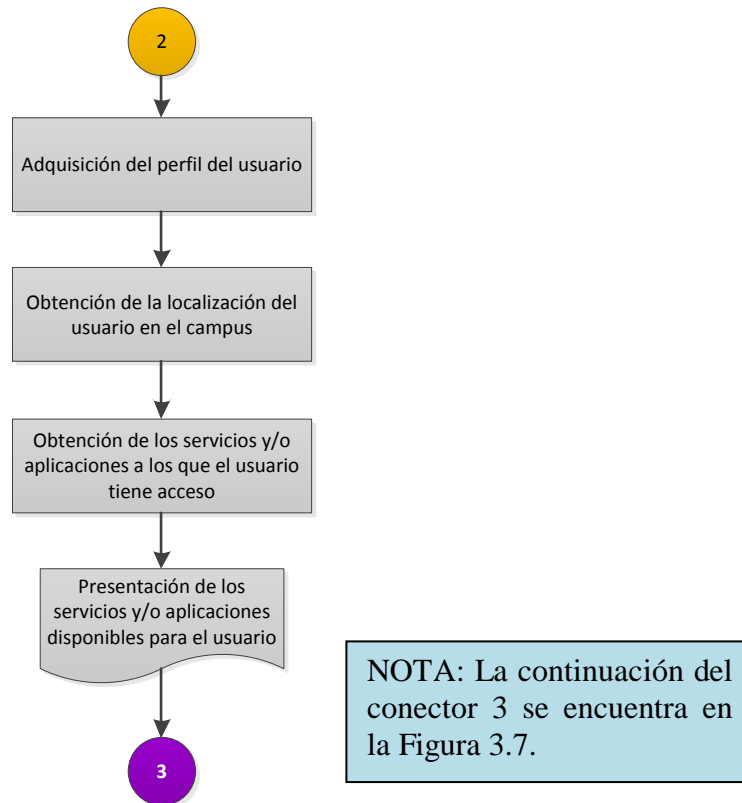


FIGURA 3.6 Diagrama de flujo de módulo de aplicaciones.

3.4 MÓDULO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS.

En este módulo, el usuario a través de la interfaz HTML que proporciona al final el módulo de aplicaciones, selecciona uno de los servicios disponibles a los cuales tiene derecho. La conexión con los servicios y/o aplicaciones se hace mediante una arquitectura Cliente-Servidor, la cual consiste básicamente, en un cliente que realiza peticiones a un servidor y éste le da respuesta.

Las principales características del cliente son:

- Iniciar solicitudes o peticiones (tienen un papel activo en la comunicación).
- Esperar y recibir las respuestas del servidor.

Las principales características del servidor son:

- Esperar a que lleguen las solicitudes de los clientes, desempeña entonces un papel pasivo en la comunicación.
- Tras la recepción de una solicitud, procesarla y enviar la respuesta al cliente.
- Aceptar conexiones de un gran número de clientes.
- La conexión entre el usuario y los repositorios de servicios, se da en este módulo que se encarga de iniciar, mantener y finalizar tal conexión como lo muestra la Figura 3.7.

El usuario podrá seleccionar de su lista de servicios disponibles el que necesite cuando así lo requiera. Una vez seleccionada la aplicación, se establece una conexión entre el usuario y el servidor. Éste último, procesa el servicio y envía una respuesta al usuario a través de una interfaz gráfica por medio de su dispositivo móvil. Cuando el usuario no requiera más este servicio, bastará con finalizar la conexión para regresar al inicio, donde nuevamente, podrá observar los servicios disponibles a los cuales tiene acceso.

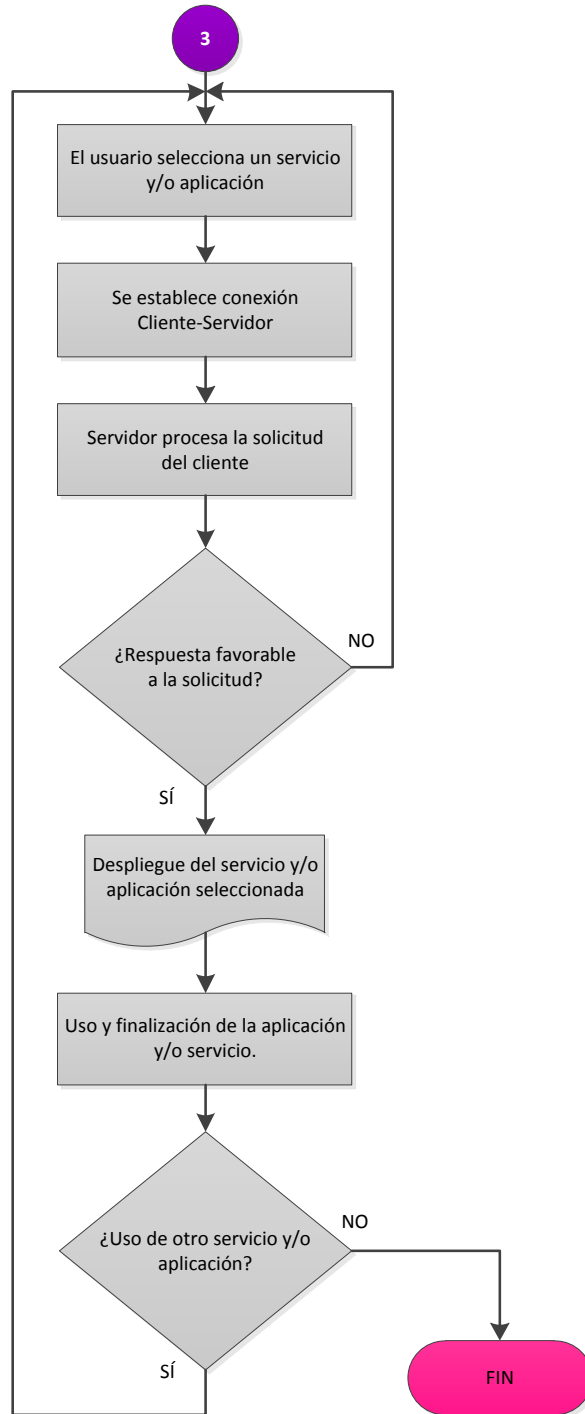


Figura 3.7 Diagrama de flujo del módulo de prestación de servicios.

3.5 HERRAMIENTAS DE DISEÑO.

3.5.1 BASES DE DATOS.

Las bases de datos (BBDD) son estructuras en las que se almacenan información, siguiendo unas pautas de disposición u ordenación para el posterior procesado de los datos [4].

Como sistema de almacenamiento de datos, las BBDD son mucho más eficientes que los archivos de texto porque:

- ❖ Nos permiten un acceso directo al dato que necesitamos sin que sea preciso recorrer todo un fichero para encontrarlo.
- ❖ Los modernos sistemas de gestión de BBDD relacionales admiten el almacenamiento de muchos tipos de datos, no sólo texto plano.

Se habla de BBDD relacionales cuando se establecen relaciones entre las distintas informaciones que componen una base de datos. Por ejemplo, para nuestro caso, supongamos que se quiere la lista de alumnos que acceden a la biblioteca con más frecuencia. Por otro lado, se tiene la lista de servicios que ofrece dicha entidad y además, se conserva una relación histórica de los servicios otorgados a cada alumno, la frecuencia con la que se les ha otorgado y qué tan eficiente ha sido este servicio. A partir de ahí, mediante el uso de un *Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacionados (RDBMS, Relation Data Base Management System)* se pueden sacar estadísticas u otros informes que ayuden a la planificación u organización de su trabajo diario.

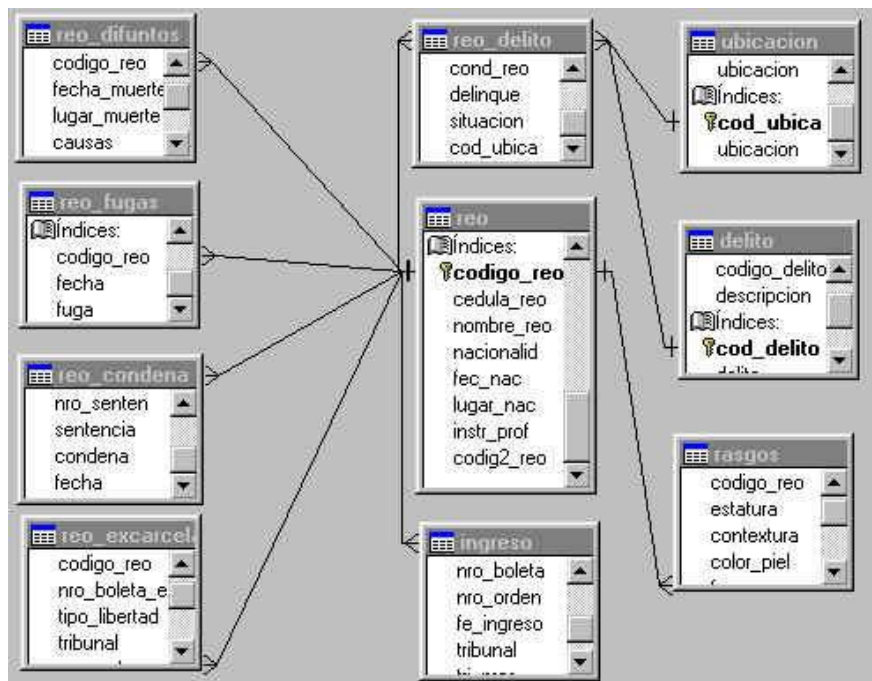


Figura 3.8 Ejemplo de una BBDD.

Los motores de BBDD actuales (la parte que se encarga de gestionar la BBDD fuera de la vista del usuario) están basados en el lenguaje SQL (*Structures Query Language*, Lenguaje Estructurado de Consultas); mientras que PHP, ayuda a gestionar estas BBDD, por lo que más adelante, retomaremos la importancia de este lenguaje en el presente trabajo.

En una BBDD la información se almacena en tablas. Cada tabla está formada por *filas*, llamadas también *registros* o *tuplas*. Cada tupla está dividida en *campos*, que forman *columnas*. Cada campo contiene un dato y todos los datos de una columna tienen la misma estructura, es decir, que en todos ellos se almacena un dato del mismo tipo, tamaño máximo, etc. Por ejemplo, si uno de los datos de la tabla donde se almacenan los servicios es el nombre de cada servicio, ese dato será de tipo cadena alfanumérica y tendrá un máximo de caracteres. Para tener una mejor idea, podemos consultar la tabla de la Figura 3.9.

MATRÍCULA	NOMBRE	ESCUELA	SERVICIO
1	Alfonso Gómez	ESIME	Préstamo de libro
2	Ana Vidal	ESCOM	Préstamo de libro
3	José López	ESIA	Consulta Interna

Figura 3.9 Ejemplo de una tabla de una BBDD.

Esta tabla se puede referir a la lista de alumnos que visitan la biblioteca. Vea que cada fila (registro) almacena los datos de una persona, y que cada columna (campo) almacena un dato determinado de todos los registros. Ésta es una de las características de una tabla en una BBDD. Se conoce con el nombre de *homogeneidad estructural*. En una BBDD pueden coexistir tantas tablas como sean necesarias. Cada una tendría su propia estructura (disposición de los datos).

Dentro de una tabla es conveniente (aunque no es obligatorio) crear un *campo clave*. Este es uno de los campos de la tabla que sirve como referencia para la localización de registros. Aunque con los motores de BBDD actuales es posible localizar un registro por cualquiera de sus campos, el hacerlo mediante el campo clave acelera el proceso, sobre todo cuando se gestionan tablas con millones de registros. No obstante, con las tecnologías actuales, localizar un registro, o más de uno, por un campo que no sea clave es perfectamente posible y viable [4]. En el ejemplo de la tabla de la Figura 3.9, el campo clave podría ser el número de matrícula que identifica a cada registro. Otra razón para el uso de un campo clave es que los motores de BBDD no permiten que éste tenga el mismo contenido en dos registros diferentes. Así pues, volviendo al de la tabla de la Figura 3.9, podría ser que la biblioteca incluyera una segunda persona llamada José López (nombre común), pero sólo uno de ellos podría tener la matrícula No. 3, si es que este dato se ha definido como campo clave en la estructura de la tabla.

El campo clave de una tabla se conoce también con el nombre de *clave primaria*. Además, podemos definir otros campos como *claves secundarias*, llamadas también, *foráneas* o *extranjerías*. Una clave secundaria es un campo que, normalmente, coincide con la clave primaria de otra tabla y se emplea para construir relaciones entre ambas [4]. Siguiendo con el ejemplo de la tabla de la Figura 3.9, podríamos tener otra tabla en la que

almacenáramos los nombres de diferentes bibliotecas y las direcciones de cada una, por ejemplo, para el caso de que un libro no lo hallemos en nuestra primera opción de búsqueda. El nombre del libro sería la clave principal en esta tabla y la clave foránea, el nombre de la biblioteca. Como se ha mencionado anteriormente, dentro de la BBDD, se pueden alojar tantas tablas como sean necesarias.

Para que toda la información recabada en tablas, sea la misma en las distintas áreas dentro del *campus* y no se logre *una inconsistencia de la información*, es necesario usar el lenguaje SQL, que permitiría gestionar los datos de forma en que todos presenten un formato coherente y cualquier aplicación interna pueda acceder a las mismas fuentes de información. El lenguaje SQL, por una parte, encapsula los datos, interponiéndose entre éstos y la aplicación, de modo que por medio de instrucciones sencillas, se puede acceder a los datos. Por otra parte, dado que SQL está orientado a la gestión básica de datos, tiene relativamente pocas instrucciones y es muy fácil de aprender y manejar, por lo que debe integrarse con otros lenguajes de programación modernos para seguridad de los datos. Por ejemplo, SQL no puede mostrar un registro de una BBDD en una página Web, pero sí puede recuperar el contenido del registro y cedérselo al *script* PHP, que es el que se encargará de darle el formato adecuado y mostrarlo en un documento HTML. PHP sí puede gestionar SQL.

Las instrucciones de SQL (llamadas, genéricamente *consultas*) se pueden considerar divididas en dos grupos principales: las *estructurales*, también llamadas *de definición de datos*, o *DLL*, y las de *datos*, también llamadas *de manipulación de datos* o *DML*. Las primeras están destinadas a crear, modificar y eliminar las BBDD y las estructuras de las tablas que las conforman; las segundas, se encargan de incorporar nuevos registros a las tablas, buscar determinados registros según los criterios necesarios, modificar los datos grabados o eliminarlos.

En los siguientes apartados, retomaremos la teoría de los lenguajes antes mencionados.

3.5.2 MySQL.

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional, licenciado bajo la GPL de la GNU. Su diseño multihilo le permite soportar una gran carga de forma muy eficiente. MySQL fue creada por la empresa sueca MySQL AB, que mantiene el Copyright del código fuente del servidor SQL, así como también de la marca [5].



Figura 3.10 Logo de MySQL.

Aunque MySQL es software libre, MySQL AB distribuye una versión comercial de MySQL, que no se diferencia de la versión libre más que en el soporte técnico que se ofrece y la posibilidad de integrar este gestor en un software propietario, ya que de no ser así, se vulneraría la licencia GPL.

Este gestor de bases de datos es, probablemente, el gestor más usado en el mundo del software libre, debido a su gran rapidez y facilidad de uso. Esta gran aceptación es debida, en parte, a que existen infinidad de librerías y otras herramientas que permiten su uso a través de gran cantidad de lenguajes de programación, además de su fácil instalación y configuración.

Historia de MySQL.

MySQL surgió como un intento de conectar el gestor mSQL a las tablas propias de MySQL AB, usando sus propias rutinas a bajo nivel. Tras unas primeras pruebas, vieron que mSQL no era lo bastante flexible para lo que necesitaban, por lo que tuvieron que desarrollar nuevas funciones. Esto resultó en una interfaz SQL a su base de datos, con una interfaz totalmente compatible a mSQL [5].

Se comenta en el manual de MySQL que no se sabe con certeza de dónde proviene su nombre. Por un lado dicen que sus librerías han llevado el prefijo 'my' durante los diez últimos años. Por otro lado, la hija de uno de los desarrolladores se llama My. No saben cuál de estas dos causas (aunque bien podrían tratarse de la misma), han dado lugar al nombre de este conocido gestor de bases de datos.

Características de MySQL.

Las principales características de este gestor de bases de datos son las siguientes:

1. Aprovecha la potencia de sistemas multiprocesadores, gracias a su implementación multihilo.
2. Soporta gran cantidad de tipos de datos para las columnas.
3. Dispone de API's en gran cantidad de lenguajes (C, C++, Java, PHP, etc).
4. Gran portabilidad entre sistemas.
5. Soporta hasta 32 índices por tabla.
6. Gestión de usuarios y contraseñas, manteniendo un muy buen nivel de seguridad en los datos.

Carencias de MySQL.

MySQL surgió como una necesidad de un grupo de personas sobre un gestor de bases de datos rápido, por lo que sus desarrolladores fueron implementando únicamente lo que precisaban, intentando hacerlo funcionar de forma óptima. Es por ello que, aunque MySQL se incluye en el grupo de sistemas de bases de datos relacionales, carece de algunas de sus principales características:

1. Subconsultas: tal vez ésta sea una de las características que más se echan en falta, aunque gran parte de las veces que se necesitan, es posible reescribirlas de manera que no sean necesarias.
2. SELECT INTO TABLE: Esta característica propia de Oracle, todavía no está implementada.
3. *Triggers* y *Procedures*: Se tiene pensado incluir el uso de *procedures* almacenados en la base de datos, pero no el de *triggers*, ya que los *triggers* reducen de forma significativa el rendimiento de la base de datos, incluso en aquellas consultas que no los activan.
4. Transacciones: a partir de las últimas versiones ya hay soporte para transacciones, aunque no por defecto (se ha de activar un modo especial).
5. Integridad referencial: aunque sí admite la declaración de claves ajenas en la creación de tablas, internamente no las trata de forma diferente al resto de campos.

Los desarrolladores comentan en la documentación que todas estas carencias no les resultan un problema, ya que era lo que ellos necesitaban. De hecho, MySQL fue diseñada con estas características, debido a que lo que buscaban era un gestor de bases de datos con una gran rapidez de respuesta. Pero ha sido con la distribución de MySQL por Internet, cuando más y más gente ha pedido estas funcionalidades, por lo que serán incluidas en futuras versiones del gestor.

3.5.3 PHP.

PHP fue creado por Rasmus Lerdorf a finales de 1994, aunque no hubo una versión utilizable por otros usuarios hasta principios de 1995. Esta primera versión se llamó: *Personal Home Page Tools*.

Al principio, PHP sólo estaba compuesto por algunas macros que facilitaban el trabajo a la hora de crear una página Web. Hacia mediados de 1995 se creó el analizador sintáctico y se llamó PHP/F1 Versión 2, y sólo reconocía el texto HTML y algunas directivas de mSQL. A partir de este momento, la contribución al código fue pública [6].



Figura 3.11 Logo de PHP.

El crecimiento de PHP desde entonces ha sido exponencial, y han surgido versiones nuevas como la actual, PHP3 y PHP4; está mantenido por *PHP Group* y su licencia de software libre.

PHP es un lenguaje de scripting que permite la generación dinámica de contenidos en un servidor web. El significado de sus siglas es *Hypertext Pre-processor*. Entre sus principales características cabe destacar su potencia, su alto rendimiento, su facilidad de aprendizaje y su escasez de consumo de recursos [7].

Veamos otras definiciones:

Wikipedia [8]: PHP es un lenguaje de programación interpretado, diseñado originalmente para la creación de páginas Web dinámicas. PHP es un acrónimo recursivo que significa *PHP Hypertext Pre-processor* (inicialmente PHP Tools, o, Personal Home Page Tools).

Tutoriales [9]: PHP es un lenguaje interpretado (script), pensado fundamentalmente para añadir funcionalidad a los servidores de páginas Web.

Hay muchas definiciones más: personalmente, PHP es un lenguaje de *script* de código libre y multiplataforma que está especialmente indicado para crear aplicaciones Web, aunque puede utilizarse para otros ‘menesteres’. Se ejecuta en el lado del servidor. Algunos ejemplos de su uso, entre mucho más: el CMS WordPress y la propia Wikipedia están realizados bajo PHP.

PHP está pensado para que la curva de aprendizaje sea corta, es decir, podamos empezar a utilizarlo con relativa rapidez, aunque eso no implica que no sea muy versátil y disponga de un número muy considerable de funciones. Se lleva ‘a la perfección’ con MySQL (sistema gestor de bases de datos) que se ejecuta en el servidor web: Apache.

3.5.4 PHPMYADMIN.

PhpMyAdmin es una herramienta de software libre escrito en PHP para ocuparse de la administración de MySQL sobre la red en el ámbito mundial. PHPMyAdmin es compatible con una amplia gama de operaciones con MySQL: administrar bases de datos, tablas, campos, relaciones, índices, usuarios, permisos, etc. Se encuentra disponible bajo la licencia GPL y se ha traducido en 58 idiomas; además de ser compatible con lenguajes como LTR y RTL.



Figura 3.12 Logo de phpMyAdmin.

PhpMyAdmin es una utilidad que nos sirve para interactuar con una base de datos en forma sencilla y desde una interfaz Web. Nos sirve, por ejemplo, para crear bases de datos, tablas, borrar o modificar datos, añadir registros, hacer copias de seguridad, etc. Es de suma importancia para crear los usuarios MySQL, para así poder utilizar las bases de datos de forma segura. Al ser una aplicación escrita en PHP, necesita de Apache y MySQL para poder funcionar [10].

Entre las características más importantes de PHPMyAdmin se encuentran:

- Interfaz Web intuitiva.
- Soporte para las características MySQL: navegación, modificación de bases de datos, tablas, vistas, índices, mantenimiento y configuración del servidor, consultas y ejecución de cualquier sentencia SQL.
- Administración de usuarios.
- Gestión de procedimientos almacenados y disparadores.
- Importar datos de CSV y SQL.
- Exportación de datos a varios formatos: CSV, SQL, XML, PDF, ISO/IEC 26300-Open Document Text, Word, Excel, ALTEX, entre otros.
- Administración de múltiples servidores.
- Creación de gráficos en PDF de su base de datos de diseño.
- Creación de consultas complejas.
- Búsqueda a nivel mundial en una base de datos o un subconjunto en la misma.
- Transformación de datos almacenados en cualquier formato, utilizando un conjunto de funciones predefinidas, como mostrar datos BLOB (Binary Large Object) como imagen o enlace de descarga.

Requisito importante de instalación.

Es necesario contar con un servidor Web con soporte de PHP, un motor de bases de datos MySQL, y por supuesto, un navegador Web [11].

3.5.5 HTML.

HTML es un lenguaje de programación que se utiliza para el desarrollo de páginas de Internet. HTML es el acrónimo en inglés de *Hypertext Markup Language*, es decir, *Lenguaje de Marcas de Hipertexto* [12].



Figura 3.13 Logo HTML.

HTML permite describir la estructura y el contenido en forma de texto, además de complementar el texto con objetos tales como imágenes. Este lenguaje se escribe mediante etiquetas, que aparecen especificadas por corchetes angulares (< y >).

Por otra parte, el HTML permite incluir *scripts* (por ejemplo, de *Javascript*), códigos que pueden modificar el comportamiento de los navegadores Web y de otros procesadores de HTML. Los archivos de formato HTML utilizan la extensión .htm o .html. Tim Berners-Lee fue el primero en proponer una descripción de HTML en un documento que publicó en 1991, donde describía veintidós elementos que suponen el diseño inicial y simple del HTML. De estos elementos, trece todavía aparecen en el HTML 4.

Entre los componentes del HTML aparecen: los elementos y sus atributos, los tipos de data y la declaración de tipo de documento. Los elementos son la estructura básica de este lenguaje, ya que tienen dos propiedades: atributos y contenido [12].

Asimismo, entre sus características se encuentran [13]:

- Crear lenguajes de codificación descriptivos.
- Definir una estructura de documentos jerárquica, con elementos y componentes interconectados.
- Proporcionar una especificación formal completa del documento.
- No poseer un conjunto implícito de convenciones de señalización. Soporta, por tanto, un conjunto flexible de juegos de etiquetas.
- Generar documentos legibles.

Para conocer el código HTML que utiliza una página Web, hay que seleccionar la opción *Ver código fuente* en nuestro navegador (como *Internet Explorer* o *Firefox*). Al seleccionar esta opción, se abrirá el editor de texto con el código HTML de la página que se está visualizando.

Un documento HTML consta de las siguientes piezas [13]:

1. Identificación SGML
2. Una etiqueta <HTML>
3. Cabecera (iniciada por la etiqueta <HEAD> y cerrada por </HEAD>)
4. Cuerpo del documento (iniciada por la etiqueta <BODY> y cerrada por </BODY>)
5. Una etiqueta de fin de documento </HTML>

```
<!DOCTYPE PUBLIC HTML "-//IETF/DDT HTML 2.0/EN">
<HTML>
<HEAD>

...

</HEAD>
<BODY>

...

</BODY>
</HTML>
```

Figura 3.14 Estructura general de una página HTML.

3.6 REFERENCIAS.

- [1] Consulta de http://es.wikitel.info/wiki/Redes_de_comunicaciones
- [2] Consulta de <http://www.cenaise.org.ec/redes/redes.html>
- [3] Consulta de <http://ojosyoidos-santa.blogspot.com/2007/03/bienvenidos.html>
- [4] López Quijado, José (2009). Domine PHP y MySQL. México. P.P. 337-340
- [5] Extraído de http://danielpecos.com/docs/mysql_postgres/x57.html
- [6] Extraído de <http://www.mastermagazine.info/termino/6283.php>
- [7] Extraído de http://php.ciberaula.com/articulo/introduccion_php
- [8] Extraído de <http://es.wikipedia.org/wiki/PHP>
- [9] Extraído de <http://www.nociondigital.com/webmasters/php-tutorial-que-es-php-como-surgio-y-para-que-se-utiliza-detalle-191.html>
- [10] Consulta de http://www.iit.upcomillas.es/palacios/cursoAppWeb/guia_mysql.pdf
- [11] Extraído de <http://www.slideshare.net/LadyRincon/phpmyadmin>
- [12] Extraído de <http://definicion.de/html/>
- [13] Extraído de <http://www.asptutor.com/zip/cbhtml.pdf>

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

CAPÍTULO IV IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO.

La implementación del modelo propuesto se ha realizado en el Laboratorio de Cómputo Móvil de la Maestría en Ciencias en Sistemas Computacionales Móviles de la Sección de Estudios de Posgrado de la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) del Instituto Politécnico Nacional, debido a que en este lugar existen los medios y las facilidades para desarrollarlo.

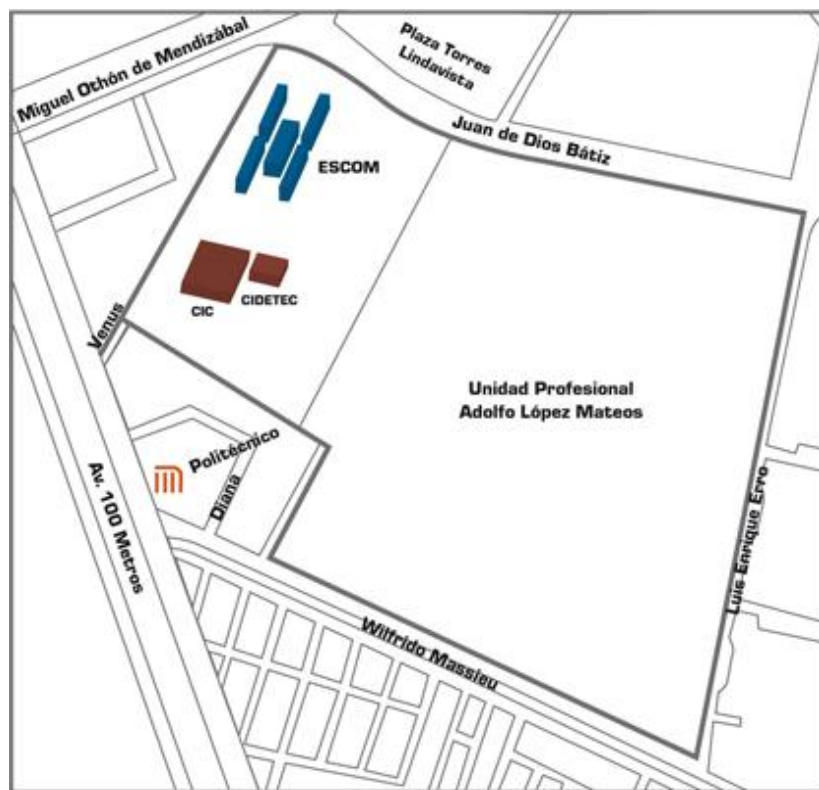


Figura 4.1 Ubicación del lugar de la implementación del modelo.

El Modelo implementado administra servicios en red de un ambiente educativo bajo el concepto de dominio, con la finalidad de beneficiar a los principales actores de un entorno educativo: alumnos, profesores, personal administrativo, entre otros.

Algunos de los beneficios que se pueden obtener con la implementación de este modelo son:

- ✓ Movilidad del usuario dentro del dominio.
- ✓ Sencillez y facilidad en la obtención de servicios y/o aplicaciones.
- ✓ Compartir información entre la comunidad educativa de manera rápida y segura.
- ✓ Transparencia para el usuario.

4.1 CASO DE ESTUDIO DEL MODELO.

El caso de estudio que se implementa para evaluar el modelo propuesto se desarrolla sobre el entorno académico del laboratorio de cómputo móvil de ESCOM (antes mencionado). En él, se crean dominios en red con servicios educativos. Estos servicios educativos se ofrecen a los usuarios de la comunidad educativa a través de un dispositivo de interconexión inalámbrica (Access Point), por lo que los usuarios deberán contar con un dispositivo móvil compatible con el dispositivo de interconexión de la red para poder acceder a los servicios. Cabe señalar que el modelo no está diseñado para trabajar con una tecnología de acceso específica; sin embargo, para la implementación se utilizó la tecnología de acceso inalámbrico Wi-Fi.

Previo a poder consultar o utilizar los servicios y/o aplicaciones, los usuarios deberán contactar al administrador de la red para registrarse y que éste los dé de alta en la base de datos para poder acceder a los dominios y así obtener los servicios.

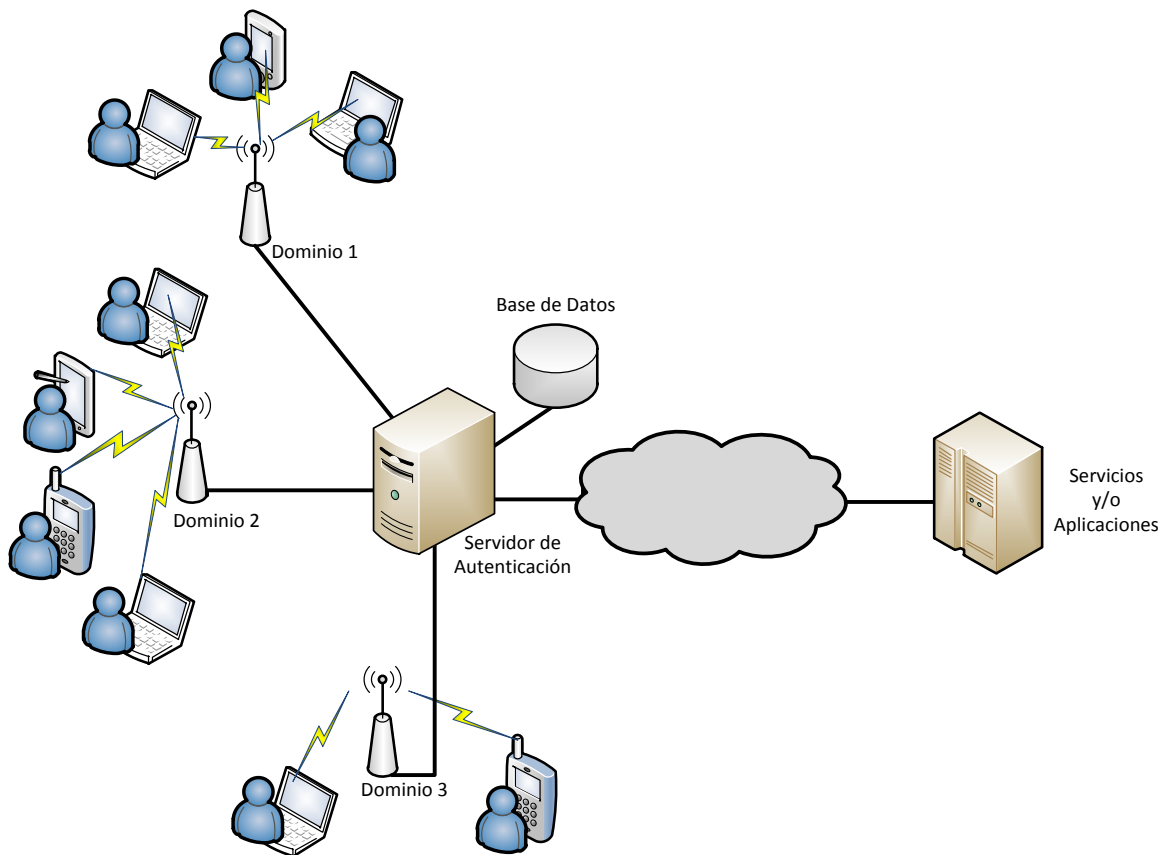


Figura 4.2 Esquema de red del caso de estudio.

Cabe mencionar que el nombre de usuario y contraseña (necesarios para acceder a la red mediante su dispositivo móvil), son definidos por el propio usuario y no por el

administrador de la red; es decir, cuando el usuario contacta al administrador, éste último le pide al usuario que defina estos dos parámetros.

En lo que respecta a los servicios y/o aplicaciones que se ofrecen al usuario, éstos se brindarán de acuerdo al perfil de cada usuario y al lugar en donde se encuentre éste dentro del *campus*. Para cada perfil y localización, existe una amplia variedad de servicios a elegir.

4.2 MÓDULO DE RECONOCIMIENTO DE RED.

Debido a que en el módulo de reconocimiento de red es donde el dispositivo móvil del usuario lleva a cabo la tarea de detectar la red inalámbrica del dominio de red existente en la zona y realiza la petición para acceder a ella, fue necesario instalar y configurar tres *routers* de la marca Linksys, modelo WRT54GL [1] (Figura 4.3), como Access Point para ser el dispositivo de enlace para conectarse a la red.

De acuerdo a la arquitectura del punto de interconexión, cada región de cobertura del AP simula ser un dominio diferente, por lo cual, tenemos tres áreas diferentes: aulas, áreas administrativas y biblioteca.



Figura 4.3 Router Linksys WRT54GL.

La Tabla 4.1 muestra algunas de las características que el punto de acceso inalámbrico contiene.

Tabla 4.1 Características del router Linksys WRT54GL.

Características	Descripción
Dispositivo:	Router de banda ancha Linux Wireless-Gmuy popular fabricado por Linksys [2].
Modelo:	WRT54GL
Estándares:	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Velocidad de Transmisión:	Hasta 54 Mbps
Frecuencia de Operación	2.412- 2.484 GHZ
Canales:	11 canales (EE.UU., Canadá) 13 canales (Europa, Japón)
Seguridad inalámbrica:	Wi-Fi Protected Access 2 (WPA2), WEP, filtro MAC inalámbrico.

Puertos:	Un puerto RJ-45 10/100 LAN: cuatro puertos conmutados RJ-45 10/100
----------	--

En lo que respecta al Access Point, a éste se le instaló el firmware DD-WRT (Figura 4.4).

DD-WRT es un firmware no-oficial para Linksys WRT54G/GS/GL y otros *routers* 802.11g basados en un diseño de referencia similar o igual al Broadcom. Todos estos *routers* están diseñados para utilizar Linux en el firmware oficial y su código fuente está disponible bajo licencia GPL. El firmware lo desarrolla la empresa BrainSlayer y su página Web es dd-wrt.com

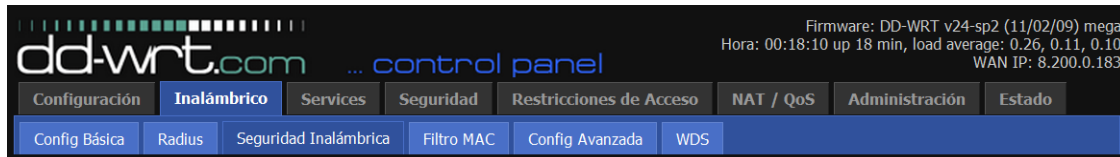


Figura 4.4 Firmware DD-WRT.

De igual forma, algunas de las características de configuración realizadas al AP son:

- ❖ Nombre del dominio de red inalámbrico (Figura 4.5), que es el identificador de red (SSID) mediante el cual, los dispositivos móviles de los usuarios identificarán a la red cuando intenten conectarse al dominio.

En nuestro caso se eligió el nombre “ESICOM”.

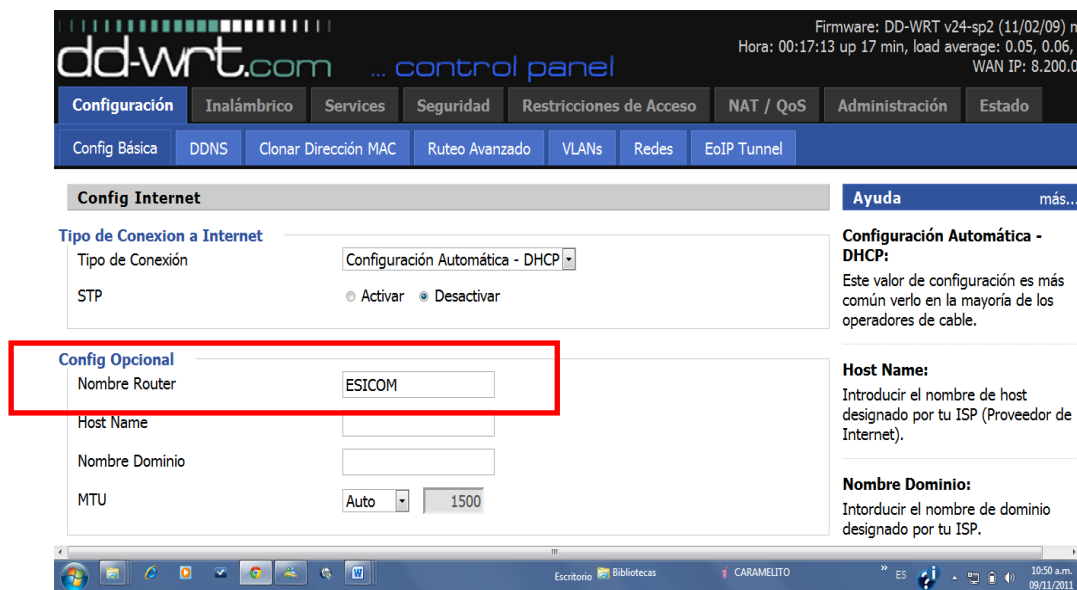
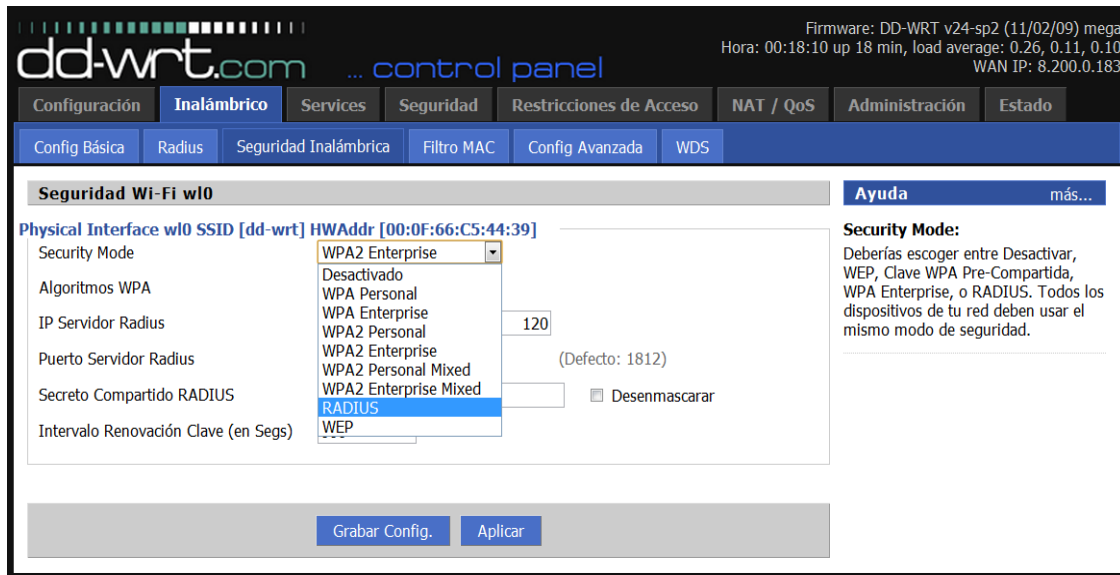
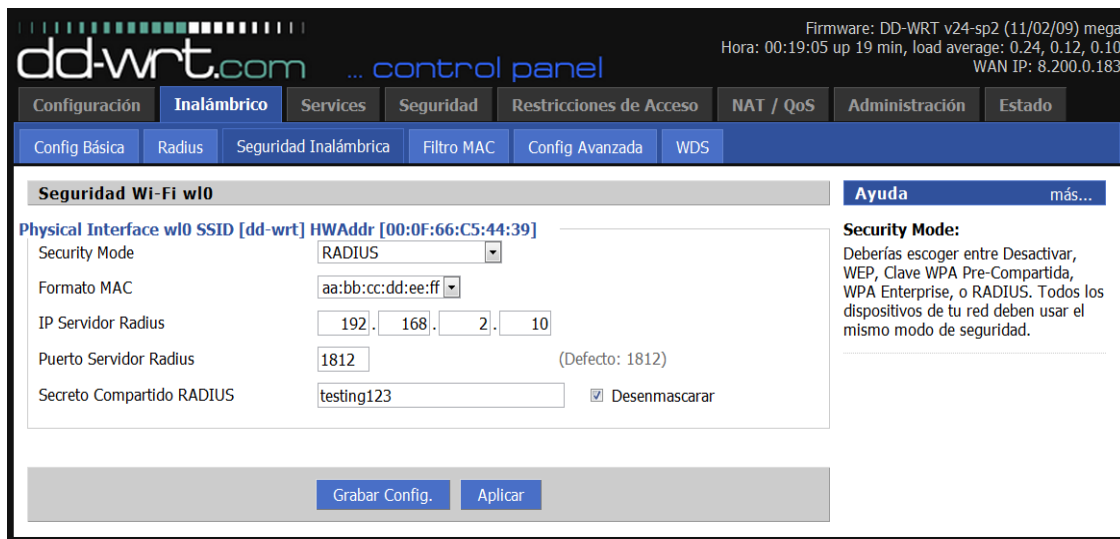


Figura 4.5 Configuración del SSID.

- ❖ Habilitar la seguridad inalámbrica Radius (Figura 4.6), para el uso del servidor de autenticación, asegurando así, que los usuarios ingresen su nombre de usuario y contraseña para ser validado.



(a)



(b)

Figura 4.6(a) Selección de la seguridad inalámbrica Radius, (b) Configuración.

Con lo anterior, se tiene implementado el módulo de reconocimiento de red, el cual estará en espera de recibir las peticiones de los dispositivos móviles de los usuarios, quienes tendrán que ser compatibles con el estándar 802.11g y contar con un navegador de Internet para poder ingresar al dominio de red del entorno educativo, autenticarse y hacer uso de los servicios que se les brinda.

4.3 MÓDULO DE VALIDACIÓN.

Para el caso del módulo de validación, que es en donde se realiza la tarea de autenticación del usuario a través del nombre de usuario y contraseña introducida en el módulo de reconocimiento de red, fue necesario instalar y configurar un servidor de

autenticación. Para ello, se utilizó un CPU con las características que se muestran en la Tabla 4.2 y en la Figura 4.7.

Tabla 4.2 Características del CPU.

Características	Descripción
Configuración del CPU	Servidor
Sistema Operativo	Ubuntu 10.10
Procesador	Intel Celeron 2.6 GHZ
Memoria RAM	1 GB DDR3
Disco Duro	120 GB



Figura 4.7 Características del Servidor.

Una vez instalado el sistema operativo Ubuntu y realizado las actualizaciones pertinentes, es necesario terminar de instalar la pila LAMP (Figura 4.8), que está compuesta por:

- ✓ Sistema Linux (el cual ya tenemos instalado)
- ✓ Apache
- ✓ MySQL
- ✓ PHP

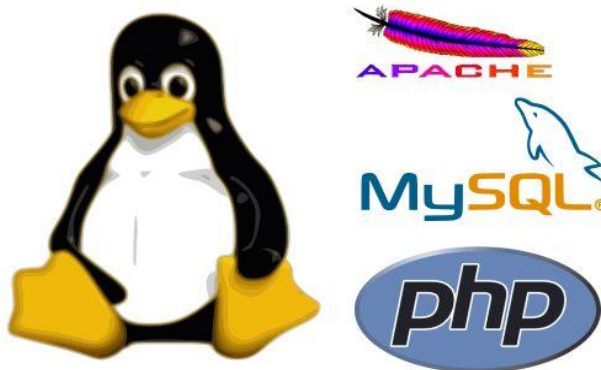


Figura 4.8 LAMP.

De igual forma, se instala el software phpMyAdmin (Figura 4.9), una herramienta escrita en PHP con la intención de manejar la administración de MySQL a través de páginas Web, utilizando Internet [3].



Figura 4.9 Logo de phpMyAdmin.

Después de la instalación de cada software (Figura 4.10), se tiene la plataforma necesaria para la instalación y configuración de FreeRadius.



Figura 4.10 LAMP y phpMyAdmin.

Para realizar una correcta instalación y configuración de FreeRadius, fue necesario realizar los siguientes pasos [4, 5]:

1.- Primeramente, se abre una terminal o consola y se instalan las librerías necesarias para que todo funcione. Para ello, se teclea:

```
apt-get install debhelper libltdl3-dev libpam0g-dev libmysqlclient15-dev build-essential libgdbm-dev libldap2-dev  
libsasl2-dev libiodbc2-dev libkrb5-dev snmpautoools-dev dpatch libperl-dev libtool pkg-dev libpq-dev libsnp-  
dev libssl-dev
```

2.- Se instala el paquete de FreeRadius mediante la instrucción:

```
apt-get install freeradiusfreeradius-mysql
```

3.- Se edita el archivo "users" y se crea un usuario para hacer las pruebas de funcionamiento de Freeradius:

```
Sudo gedit /etc/freeradius/users
```

NOTA: En este archivo hay varios ejemplos de diferentes tipos de usuarios que se pueden utilizar. Se puede descomentar uno de éstos o bien, crear uno nuevo con datos propios y ponerlo al final del archivo. Ejemplo:

```
Markus Cleartext-Password := "179328"  
Service-Type = Framed-User,  
Framed-Protocol = PPP,  
# Framed-IP-Address = 172.16.3.33,  
# Framed-IP-Netmask = 255.255.255.0,  
# Framed-Routing = Broadcast-Listen,  
# Framed-Filter-Id = "std.ppp",  
# Framed-MTU = 1500,  
Framed-Compression = Van-Jacobsen-TCP-IP
```

4.- Verificar que exista el archivo "clients.conf". Para ello se teclaea:

```
Sudo gedit /etc/freeradius/clients.conf
```

En este archivo, se debe tener información como:

```
secret          = clave-acceso-red  
shortname       = Nombre de la red privada
```

Para nuestro caso, *secret* tendrá el nombre de "testing123"; mientras que el número "1812" es el puerto por donde se escuchan las peticiones. Para el caso de la dirección, por ser *localhost*, se realiza ping al mismo sistema.

5.- Se habilita el programa en modo debug, para ello se teclean dos instrucciones:

```
sudo /etc/init.d/freeradius stop  
freeradius -X
```

Se abre otra terminal y se teclaea:

```
sudo radtestMarkus179328 127.0.0.1 1812 testing123
```

Si todo está bien, se verá esta información:

```
Sending Access-Request of id 174 to 127.0.0.1 port 1812
User-Name = "Markus"
User-Password = "179328"
NAS-IP-Address = 127.0.1.1
NAS-Port = 1812
rad_recv: Access-Accept packet from host 127.0.0.1 port
1812, id=174, length=38
Service-Type = Framed-User
Framed-Protocol = PPP
Framed-Compression = Van-Jacobson-TCP-IP
```

Se debe asegurar de recibir un "Access-Accept" del *request* que se ha enviado. Si fue así, es tiempo de realizar la configuración de FreeRadius con MySQL, con la finalidad de que FreeRadius pueda leer la información de MySQL. Para ello se realizan los siguientes pasos:

1.- Se edita el archivo "radiusd.conf" ubicado en la dirección: /etc/freeradius/ y se descomenta la línea "\$INCLUDE sql.conf". Para acceder al archivo se teclea:

```
sudoedit /etc/freeradius/radiusd.conf
```

2.- Se accede a phpMyAdmin (forma gráfica), abriendo el explorador de Internet y escribiendo:

```
http://localhost/phpmyadmin/
```

3.- Se crea una base de datos llamada "radius". Para ello, se dirige a la pestaña llamada SQL y se escribe:

```
CREATE DATABASE radius;
```

Se declara un usuario para la base de datos, escribiendo en la misma pestaña SQL la instrucción:

```
GRANT ALL ON radius.* TO radius@localhost IDENTIFIED BY "labservr";
```

En este caso, se asume que la Base de datos se llama "radius" y que se creó un usuario llamado "radius" con password "labservr".

4.- Es tiempo de ingresar tablas en la base de datos. Las tablas están dentro del directorio: /etc/freeradius/sql/mysql/. Para acceder a ellas se teclea:

```
cd /etc/freeradius/sql/mysql/
```

Las tablas a utilizar son:

- admin.sql
- cui.sql
- ippool.sql
- nas.sql
- schema.sql
- wimax.sql

Utilizando el editor “gedit” se dirige a cada una de las tablas y se obtiene la información de cada una de ellas. Usando phpMyAdmin opción SQL, se pega la información de cada tabla con el fin de crearlas en la base de datos radius.

5.- Luego, se edita el archivo /etc/freeradius/sql.conf:

```
sudo gedit /etc/freeradius/sql.conf
```

Se configuran los settings para la conexión con el servidor de MySQL:

```
# Connectioninfo:  
server = "localhost"  
login = "radius"  
password = "labserver"
```

Y se descomenta la variable: readclients = yes

6.- Se edita el archivo: /etc/freeradius/sites-available/default y se agrega la variable "sql" en las secciones de: authorize {}, accounting {}, session {}, post-auth {}, para hacer accesibles los datos de las tablas de la base de datos "radius":

```
sudo gedit /etc/freeradius/sites-available/default
```

7.- Para insertar más usuarios en la base de datos se utiliza phpMyAdmin opción SQL y se escribe:

```
INSERT INTO radcheck (UserName, Attribute, Value) VALUES ('usuariol', 'Password', '1234567');  
select * from radcheck where UserName='usuariol';
```

Con las dos instrucciones anteriores, se agregó un usuario con el nombre “usuario1” con contraseña “1234567”.

8.- Para verificar que todo está bien, se teclea:

```
sudo radtestusuariol 1234567 127.0.0.1 1812 testing123
```


Debe aparecer un resultado parecido a éste:

```
Sending Access-Request of id 215 to 127.0.0.1 port 1812
User-Name = "MarkusRad"
User-Password = "179328"
NAS-IP-Address = 127.0.1.1
NAS-Port = 1812
rad_recv: Access-Accept packet from host 127.0.0.1 port
1812, id=215, length=20
```

Al igual que en pasos anteriores, se debe asegurar de recibir un "Access-Accept" del *request* que se ha enviado. Con esto se concluye la configuración e instalación de FreeRadius.

Una vez finalizada la instalación de FreeRadius, es necesario adicionar a la base de datos llamada "radius", las tablas necesarias para ingresar la información del usuario como son:

- Nombre de usuario
- Contraseña
- Perfil del usuario
- Nombre(s)
- Apellido paterno
- Apellido materno
- Dirección
- Teléfono, etc.

La finalidad del ingreso de este tipo de información es que el administrador de la red, a través de la base de datos del sistema, tenga toda la información necesaria de cada uno de los usuarios registrados para poderlos contactar en cualquier situación. De igual forma, esto ayuda a tener una mejor administración de los usuarios a través de su perfil.

Uno de los puntos clave de la información ingresada en estas nuevas tablas es el tipo de perfil, debido a que éste, es uno de los dos parámetros que determina el tipo de aplicaciones y/o servicios que recibirá el usuario.

Toda la información personal del usuario se encuentra en un tabla llamada "registro", la cual tiene la estructura que se muestra en la Figura 4.11; mientras que en la tabla llamada "servicios", se encuentran todos los datos de los servicios y/o aplicaciones que se ofrecen en el modelo (Figura 4.12).

De la tabla de registro, los campos que utiliza el servidor de autenticación para realizar la tarea de validación de usuarios son los llamados: *nameUsuario* y *passwUsuario*.

Campo	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Extra	Acción					
<input type="checkbox"/> nameUsuario	varchar(10)	latin1_swedish_ci		No								
<input type="checkbox"/> passwUsuario	varchar(11)	latin1_swedish_ci		Sí	NULL							
<input type="checkbox"/> id	varchar(15)	latin1_swedish_ci		No	None							
<input type="checkbox"/> nombre	varchar(30)	latin1_swedish_ci		Sí	NULL							
<input type="checkbox"/> apell1	varchar(11)	latin1_swedish_ci		Sí	NULL							
<input type="checkbox"/> apell2	varchar(11)	latin1_swedish_ci		Sí	NULL							
<input type="checkbox"/> sexo	enum('M','F')	latin1_swedish_ci		Sí	NULL							
<input type="checkbox"/> nPrivUsuario	int(1)			Sí	NULL							
<input type="checkbox"/> dirUsuario	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Sí	NULL							
<input type="checkbox"/> emailUsuario	varchar(29)	latin1_swedish_ci		Sí	NULL							
<input type="checkbox"/> telUsuario	decimal(10,0)			Sí	NULL							
<input type="checkbox"/> celUsuario	decimal(10,0)			Sí	NULL							

↑ Marcar todos/as / Desmarcar todos Para los elementos que están marcados:

Figura 4.11 Estructura de la tabla registro.

Campo	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Extra	Acción					
<input type="checkbox"/> numSer	int(2)			No	None	AUTO_INCREMENT						
<input type="checkbox"/> Privilegio	int(1)			No	None							
<input type="checkbox"/> Area	int(2)			No	None							
<input type="checkbox"/> Link	varchar(100)	latin1_swedish_ci		No	None							
<input type="checkbox"/> descripLink	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None							

↑ Marcar todos/as / Desmarcar todos Para los elementos que están marcados:

Figura 4.12 Estructura de la tabla servicios.

En lo que se refiere a la tabla que contiene la información que describe a los tipos de dominios existentes en el modelo propuesto, la Figura 4.13 contiene la estructura de ésta; la Figura 4.14, muestra la información que contiene la tabla.

Campo	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Extra	Acción					
<input type="checkbox"/> dominio	int(1)			No	0							
<input type="checkbox"/> descripDominio	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Sí								
<input type="checkbox"/> MAC_AP	varchar(15)	latin1_swedish_ci		No	None							

↑ Marcar todos/as / Desmarcar todos Para los elementos que están marcados:

Figura 4.13 Estructura de la tabla dominios.

	dominio	descripDominio	MAC_AP
<input type="checkbox"/>	1	Aulas	168.192.2.1
<input type="checkbox"/>	2	Áreas Administrativas	168.192.2.2
<input type="checkbox"/>	3	Biblioteca	168.192.2.3

↑ Marcar todos/as / Desmarcar todos Para los elementos que están marcados:

Figura 4.14 Contenido de la tabla servicios.

La estructura que guarda la tabla referente a los diferentes niveles de privilegios que un usuario podría tener y los datos que contiene la tabla, se observan en las Figuras 4.15 y 4.16, respectivamente.

Campo	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Extra	Acción
<input type="checkbox"/> nPrivUsuario	int(1)			No	0		
<input type="checkbox"/> descripPrivUsua	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Sí			

Figura 4.15 Estructura de la tabla privilegios.

nPrivUsuario	descripPrivUsua
1	Administrador del Sistema
2	Personal Administrativo
3	Profesor
4	Alumno

Figura 4.16 Contenido de la tabla privilegios.

En lo que se refiere a la forma de validar al usuario mediante el servidor de autenticación, esta tarea se realiza principalmente, a través del uso de la programación en conjunto de PHP y MySQL. Este proceso está dividido en dos páginas PHP: la primera realiza la conexión a la base de datos; la segunda, es la encargada de validar que el nombre de usuario y la contraseña coincidan con un usuario registrado en la base de datos. A continuación se muestra la programación de ambas páginas:

Página 1

***** CONEXIÓN A LA BASE DE DATOS *****

<?php

```

    $sconectado=@mysql_connect("localhost","root","admin");
    mysql_select_db("radius",$sconectado);
    if($sconectado){
    echo("CONEXION AL SERVIDOR EXITOSA");
    }
    else{
    echo("CONEXION FALLIDA".salto.salto);
    }

```

?>

Página 2

***** VALIDACIÓN DEL NOMBRE DE USUARIO Y CONTRASEÑA *****

```

<html>
<head>
<title>VALIDACIÓN</title>
</head>
<body>

```

```

<?php

include ("conexion.php");
session_start();

$usr=$_POST['login'];
$pass=$_POST['password'];

if (!$usr || !$pass){
echo "<p></p>ERROR, Faltan datos!!! Inténtalo de nuevo. ";
exit;
}

$consulta = ("select * from registro where nameUsuario = '" . $usr. "' and passwUsuario =
'" . $pass. "' ");
$resultado = mysql_query($consulta);
if(mysql_num_rows($resultado)!=1){
echo "<p></p>Usuario y contraseña incorrectos";
exit;
}

$validado=mysql_fetch_array($resultado);

$_SESSION["access"]="true";
$_SESSION["log"] = $usr;
$_SESSION["npriv"]=$validado['nPrivUsuario'];
$_SESSION["name"]=$validado["nombre"];
$_SESSION["apell1"]=$validado["apell1"];
$_SESSION["apell2"]=$validado["apell2"];

//Para obtener el nivel de privilegios del usuario
$consulta2 = ("select * from nprivusuario where nPrivUsuario = '" . $_SESSION["npriv"].
"' ");
$resultado2 = mysql_query($consulta2);
$validado2=mysql_fetch_array($resultado2);
$_SESSION["descripnpriv"]=$validado2['descripPrivUsua'];

if (isset($_SESSION['log'])) { //comprobamos si la variable existe
echo "<p></p>Sesion iniciada como : " . $_SESSION['log']; //si existe saludamos
}
else{
echo "<p></p>ERROR!!! No se guardo el nombre ";
}

echo "<p></p>IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO EXITOSA";
header('refresh:3; url=localizacion.php');

```

?>

</body>

</html>

Se concluye la implementación del módulo de validación con la configuración del servidor DHCP, que es el encargado de asignar al dispositivo móvil del usuario que solicitó la conexión y la información de la red inalámbrica, tal como: una dirección IP, la máscara de red, el Gateway y la dirección IP del Servidor DNS, con lo que el usuario se podrá conectar a la red. De allí la importancia de su configuración, así como de los parámetros de red del punto de acceso (Figura 4.17), donde se especifica:

- La dirección IP del punto de acceso.
- La dirección IP de la cual iniciará a otorgar servicio a los usuarios.
- Número máximo de usuarios, etc.

Debe recordarse que la asignación de los parámetros del DHCP al dispositivo móvil del usuario, se realiza únicamente en el caso de que la validación del servidor de autenticación haya sido positiva.

The screenshot shows a web-based configuration interface for a network device. It is divided into several sections:

- Tipo de Conexión a Internet:** A dropdown menu is set to "Configuración Automática - DHCP". Other options include "Desactivado", "IP Estática", "Configuración Automática - DHCP" (highlighted), and "PPPoE".
- Config Opcional:** Includes fields for "Nombre Router", "Host Name", "Nombre Dominio", and "MTU" (set to "Auto" and "1500").
- Config de RED:** A section containing:
 - IP del Router:**
 - IP Local (LAN): 192.168.2.1
 - Máscara Subred: 255.255.255.0
 - Puerta de Enlace: 192.168.2.254
 - DNS Local: 0.0.0.0
 - Config Dirección de Servidor de Red (DHCP):**
 - Tipo de DHCP: "Servidor DHCP"
 - Servidor DHCP: "Activar" (selected)
 - IP Inicial: 192.168.2.100
 - Usuarios Máximos DHCP: 50
 - Lease Time del Cliente: 5 minutos
 - DNS Estática 1, 2, 3: 0.0.0.0
- Configuración Automática - DHCP:** A text box explaining that this is the most common configuration for cable operators.
- Host Name:** A text box for the host name assigned by the ISP.
- Nombre Dominio:** A text box for the domain name assigned by the ISP.
- IP Local (LAN):** A text box explaining it is the router's IP address.
- Máscara Subred:** A text box explaining it is the subnet mask of the router.
- Servidor DHCP:** A text box explaining it allows the router to manage IP addresses.
- IP Inicial:** A text box explaining it is the starting IP address for DHCP.
- Usuarios Máximos DHCP:** A text box explaining it limits the number of IP addresses managed by the router.
- Config. Hora:** A text box explaining it allows selecting a time zone (local or GMT).

Figura 4.17 Configuración de los parámetros de red y del servidor DHCP.

4.4 MÓDULO DE APLICACIONES.

En este módulo es en donde se lleva a cabo la administración de los servicios y/o aplicaciones de acuerdo al perfil que tenga el usuario y la localización que guarde en el *campus*.

Este módulo presenta dependencia en relación con el módulo de validación, esto es, sólo si la validación fue positiva se tendrá acceso a este tercer módulo. De igual forma, al realizar la validación se obtiene la información del tipo de perfil que tiene el usuario. Para el caso de la obtención de la localización del usuario, fue necesaria la programación de una tercera página PHP, en la cual, se recolecta de la base de datos de *radius*, la dirección IP del Access Point que dio acceso al usuario a la red y dado que conocemos todas las direcciones de estos AP's, sólo basta comparar la información para saber en qué dominio se encuentra el usuario.

Página 3

```
***** LOCALIZACIÓN *****
<html>
<head><title>LOCALIZACION</title></head>
<body>

<?php

include ("conexion.php");
session_start();

if($_SESSION["access"]=="true"){

if (isset($_SESSION['log'])) { //comprovamos si el usuario esta logeado
echo "<p></p>Sesion iniciada como : " .$_SESSION['log']; //Si existe saludamos
}
else{
echo "<p></p>ERROR!!! No se guardo el nombre ";
header('refresh:3; url=inicio.php');
exit;
}

$consulta1 = ("select *from nas where nameUsuario = " .$_SESSION["log"]. """);
$resultado1 = mysql_query($consulta1);

if(mysql_num_rows($resultado1)!=1){
echo "<p></p>Fallo en la obtención de la IP, adios";
exit;
}
}
```

```

    $validado1=mysql_fetch_array($resultado1);
    $nDom=$validado1['IP'];
    $consulta2 = ("select * from dominios where MAC_AP = '' .$nDom. ''");
    $resultado2 = mysql_query($consulta2);

    if(mysql_num_rows($resultado2)!=1){
    echo "<p></p>Fallo en la localizacion del dominio, vuelta a intentarlo";
    exit;
    }

    $validado2=mysql_fetch_array($resultado2);

    $_SESSION["Dom"]=$validado2['descripDominio'];
    $_SESSION["nDom"]=$validado2['dominio'];

    echo "<p></p>LOCALIZACIÓN DEL USUARIO EXITOSA";
    header('refresh:3; url=servicios.php');
    }

?>

</body>
</html>

```

En lo que respecta a la manera en que son presentados los servicios y/o aplicaciones al usuario, éstos se realizan a través de una página Web en donde el usuario recibe la bienvenida, visualizando algunos de sus datos personales como son: nombre, apellidos, perfil que tiene el usuario, así como su localización actual.

Los servicios y/o aplicaciones a los cuales tiene acceso el usuario validado son presentados mediante links, en donde cada uno de éstos, redirecciona a la aplicación y/o servicio solicitado.

Para la realización de esta página, además de la programación en lenguaje PHP y MySQL empleada para la realización de las páginas anteriores, fue necesario emplear lenguaje de programación HTML para dar a la página una mejor presentación visual. A continuación, la programación realizada:

Página 4

***** SERVICIOS *****

```

<html>
<head><title>SERVICIOS</title></head>
<body>

```

```

<div class="container">
<div class="header">
<center>
<object classid="clsid:D27CDB6E-AE6D-11cf-96B8-444553540000" width="550"
height="150" id="FlashID" title="ESIME">
<param name="movie" value="IMAGENES/MARK 1.swf" />
<param name="quality" value="high" />
<param name="wmode" value="transparent" />
<object type="application/x-shockwave-flash" data="IMAGENES/MARK 1.swf"
width="550" height="150">
<param name="quality" value="high" />
<param name="wmode" value="transparent" />
</object>
</object>
</center>
<div class="content">

<h1>SISTEMA ESICOM</h1>

<?php

include ("conexion.php");
session_start();

// DATOS DEL USUARIO
if($_SESSION["access"]=="true"){
echo "<p></p>Bienvenido: " .$_SESSION['name']."";
echo " " .$_SESSION['apell1']."";
echo " " .$_SESSION['apell2']."";
echo "<p></p>Sesion iniciada como: " .$_SESSION['log'];
echo "<p></p>Perfil del Usuario: " .$_SESSION['descripnpriv']. " <p></p> ";
echo "<p></p>Localizacion Actual: " .$_SESSION['Dom']. " <p></p>";
echo "<p></p>SERVICIOS Y/O APLICACIONES DISPONIBLES<p></p>";

//ASIGNACION DE SERVICIOS
if($_SESSION["npriv"]==1){
//Asignación de los servicios y/o aplicaciones del administrador de la red
?><?php }

if($_SESSION["npriv"]==2&&$_SESSION["nDom"]==1){
?><ul>
<li><a href=http://148.204.58.235/cics/ target="blank">Pre-registro-Optometría</a>
<li><a href=http://www.secadministracion.ipn.mx/ target="blank">Secretaria de
Administración</a>
</ul><?php}

```



```

if($_SESSION["npriv"]==2&&$_SESSION["nDom"]==2){
?><ul>
<li><a href=http://www.siga.ipn.mx/ target="blank">Sistema SIGA</a>
<li><a href=http://www.sapbsi.ipn.mx/ target="blank">Sistema SAPBSI</a>
<li><a href=http://www.sapmi.ipn.mx/ target="blank">Sistema SAPMI</a>
<li><a href=http://www.sipromac.ipn.mx/ target="blank">Sistema SIPROMAC</a>
</ul><?php}

if($_SESSION["npriv"]==2&&$_SESSION["nDom"]==3){
?><ul>
<li><a href=http://www.virtual.cfie.ipn.mx/course/category.php?id=7
target="blank">Diplomados 2011 – CFIE</a>
<li><a href=http://www.virtual.cfie.ipn.mx/course/category.php?id=12
target="blank">Cursos 2011 – CFIE</a>
</ul><?php}

if($_SESSION["npriv"]==3&&$_SESSION["nDom"]==1){
?><ul>
<li><a href=http://148.204.58.235/avc/ target="blank">Ambiente virtual de
colaboración</a>
<li><a href=http://www.escom.ipn.mx/ target="blank">Página Principal ESCOM</a>
<li><a href=http://www.isc.escom.ipn.mx/swescom2011/index.html
target="blank">Información ESCOM</a>
<li><a href=http://www.ipn.mx/ target="blank">Página Principal IPN</a>
<li><a href=http://mail.ipn.mx/ target="blank">Correo IPN</a>
</ul><?php}

if($_SESSION["npriv"]==3&&$_SESSION["nDom"]==2){
?><ul>
<li><a href=https://www.saes.escom.ipn.mx/ target="blank">Control escolar</a>
</ul><?php}

if($_SESSION["npriv"]==3&&$_SESSION["nDom"]==3){
?><ul>
<li><a href=http://www.virtual.cfie.ipn.mx/course/category.php?id=7
target="blank">Diplomados 2011 – CFIE</a>
<li><a href=http://www.virtual.cfie.ipn.mx/course/category.php?id=12
target="blank">Cursos 2011 – CFIE</a>
<li><a href=http://www.wikipedia.org/ target="blank">Wikipedia</a>
</ul><?php}

if($_SESSION["npriv"]==4&&$_SESSION["nDom"]==1){
?><ul>
<li><a href=http://www.escom.ipn.mx/ target="blank">Página Principal ESCOM</a>
<li><a href=http://www.isc.escom.ipn.mx/swescom2011/index.html
target="blank">Información ESCOM</a>
<li><a href=http://148.204.58.235/ci/ target="blank">Herramienta AAVAE</a>

```

```

</ul><?php}

if($_SESSION["npriv"]==4&&$_SESSION["nDom"]==2){
?><ul>
    <li><a href=https://www.saes.escom.ipn.mx/ target="blank">Control escolar</a>
</ul><?php}

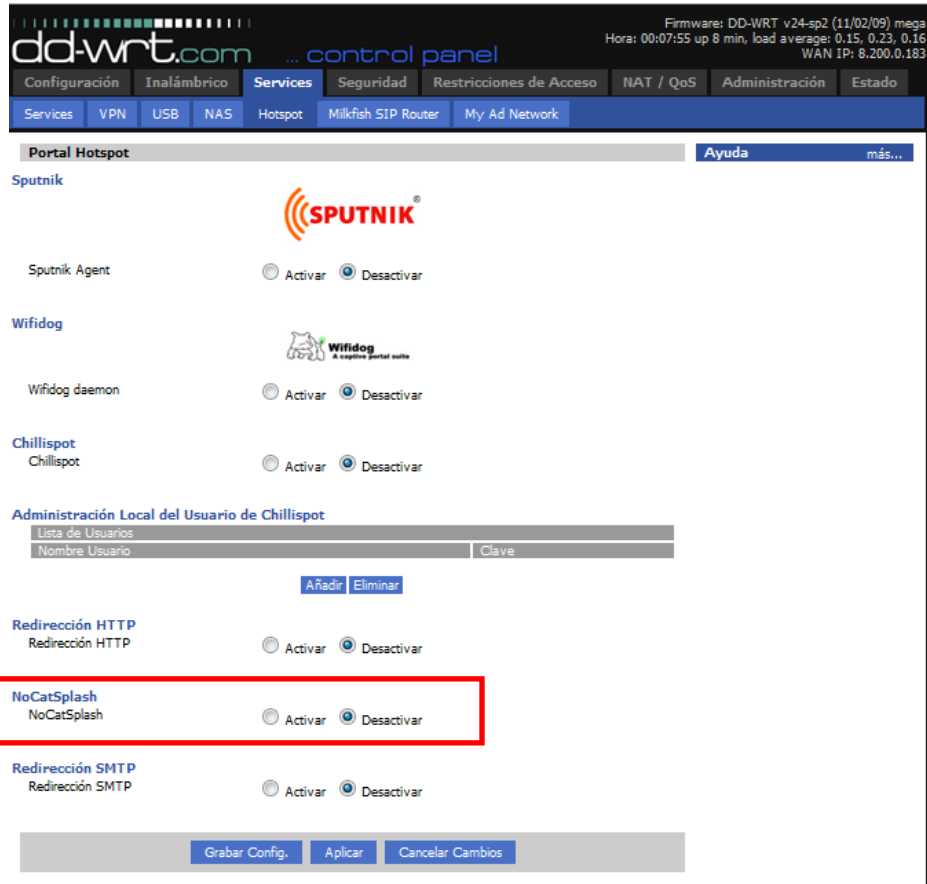
if($_SESSION["npriv"]==4&&$_SESSION["nDom"]==3){
?><ul><li><a href=http://www.webescom.com/ target="blank">Webescom</a>
    <li><a href=http://www.wikipedia.org/ target="blank">Wikipedia</a>
</ul><?php}
}

else {
echo "<p></p>Vuelva a iniciar sesion";
exit;
}

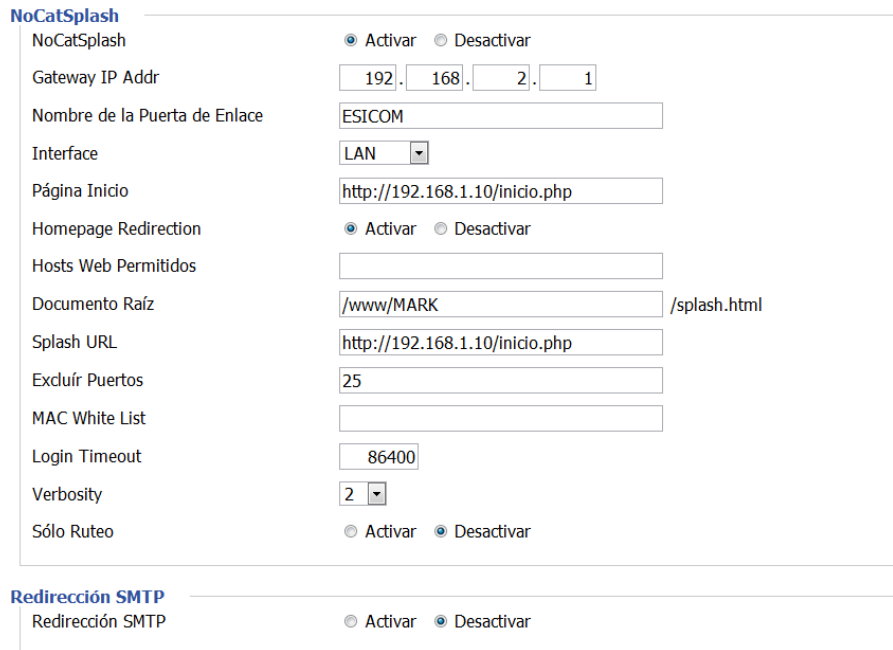
?>
<script type="text/javascript">
swfobject.registerObject("FlashID");
</script>
</body>
</html>
*****

```

Para concluir la implementación del módulo de aplicaciones, se realiza la configuración en el Access Point de las características del portal cautivo interno del punto de acceso llamado NoCatSplash (Figura 4.18), que tiene la tarea de redirigir al usuario a la página de bienvenida del modelo, una vez que el usuario intenta acceder a Internet mediante su navegador Web.



(a)



(b)

Figura 4.18(a) Selección de NoCatSplash. (b) Configuración.

4.5 MÓDULO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS.

Dado que en este cuarto y último módulo, el usuario a través de la interfaz HTML que proporciona el módulo de aplicaciones, selecciona uno de los servicios disponibles a los cuales tiene derecho, se realizaron pruebas de conexión del sistema con los diferentes repositorios donde se encuentran la información y/o los servicios que el sistema ofrece, con la finalidad de asegurarnos que el uso de los servicios esté disponible y sea accesible de forma transparente para el usuario. La conexión con los servicios y/o aplicaciones se hace mediante una arquitectura Cliente-Servidor.

Se han considerado 17 diferentes tipos de servicios y/o aplicaciones a ofrecer en la implementación, los cuales se muestran en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3 Servicios y/o aplicaciones disponibles.

#	Link	Descripción
1	http://www.ipn.mx/	Página Principal IPN
2	http://www.isc.escom.ipn.mx/swescom2011/index.html	Información ESCOM
3	http://148.204.58.235/avc/	Ambiente virtual de colaboración
4	http://www.webescom.com/	Webescom
5	http://www.escom.ipn.mx/	Página Principal ESCOM
6	http://mail.ipn.mx/	Correo IPN
7	http://148.204.58.235/ci/	Herramienta AAVAE
8	http://www.secadministracion.ipn.mx/	Secretaría de Administración
9	http://148.204.58.235/cics/	Pre-registro-Optometría
10	http://www.siga.ipn.mx/	Sistema SIGA
11	http://www.sapbsi.ipn.mx/	Sistema SAPBSI
12	http://www.sapmi.ipn.mx/	Sistema SAPMI
13	http://www.sipromac.ipn.mx/	Sistema SIPROMAC
14	https://www.saes.escom.ipn.mx/	Control escolar ESCOM
15	http://www.virtual.cfie.ipn.mx/course/category.php?id=7	Diplomados 2011 – CFIE
16	http://www.virtual.cfie.ipn.mx/course/category.php?id=12	Cursos 2011 – CFIE
17	http://www.wikipedia.org/	Página Principal Wikipedia

Partiendo del hecho que se tienen tres dominios y que se tienen también tres perfiles posibles para los usuarios (no se considera el perfil de administrador del sistema, pues éste sólo lo tiene una única persona), se consideró realizar la distribución de los servicios y/o aplicaciones tal y como se muestra en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4 Distribución de los servicios y/o aplicaciones.

Perfil	Dominios		
	Aulas	Áreas Administrativas	Biblioteca
Personal Administrativo	*Secretaría de Administración *Pre-registro-Optometría	*Sistema SIGA *Sistema SAPBSI *Sistema SAPMI *Sistema SIPROMAC	*Diplomados 2011 – CFIE *Cursos 2011 – CFIE
Profesor	*Ambiente virtual de colaboración *Página Principal ESCOM *Información ESCOM *Página Principal IPN *Correo IPN	*Control escolar	*Diplomados 2011 – CFIE *Cursos 2011 – CFIE *Wikipedia
Alumno	*Información ESCOM *Herramienta AAVAE	*Control escolar	*Webescom *Wikipedia

Para el caso del perfil de administrador del sistema, éste tiene acceso a todas las aplicaciones y servicios; asimismo, es el encargado de registrar a los usuarios en la base de datos.

Con lo anterior, queda implementado el módulo de prestación de servicios, así que cuando el usuario quiera utilizar un servicio de su lista de la página HTML sólo tendrá que dar un clic sobre el enlace directo y listo, podrá acceder al servicio.

4.6 REFERENCIAS.

- [1] Consulta de <http://www.linksysbycisco.com/LATAM/es/products/WRT54GL?lid=LearnMore>
- [2] Consulta de <http://es.wikipedia.org/wiki/WRT54G>
- [3] Extraído de http://www.phpmyadmin.net/home_page/index.php
- [4] Consulta de <http://www.soportejm.com.sv/kb/index.php/article/daloradius>
- [5] Consulta de <http://www.alcancelibre.org/staticpages/index.php/como-freeradius-basico>

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

CAPÍTULO V RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

5.1 RESULTADOS.

En esta sección se muestra a través de imágenes, los resultados obtenidos una vez implementado el modelo de administración de servicios en red para ambientes educativos. En la primera parte se observan algunas de las aplicaciones y/o servicios disponibles en los diversos dominios. Posteriormente, en el segundo apartado, se exhiben diversos dispositivos móviles utilizados para realizar las pruebas. En la tercera sección, se describen las pruebas realizadas al sistema, así como los resultados obtenidos. Por último, en la sección cuatro, se observan los resultados obtenidos en la implementación del modelo en los diversos dispositivos móviles.

5.1.1 EJEMPLOS DE APLICACIONES Y/O SERVICIOS DISPONIBLES.

Las imágenes que a continuación se presentan, son algunas de las aplicaciones y/o servicios con las que se cuentan en los diferentes dominios.

La Figura 5.1 muestra una aplicación disponible en el dominio de la biblioteca, dirigida al personal docente. Ésta es la página principal de información de cursos en el CFIE.

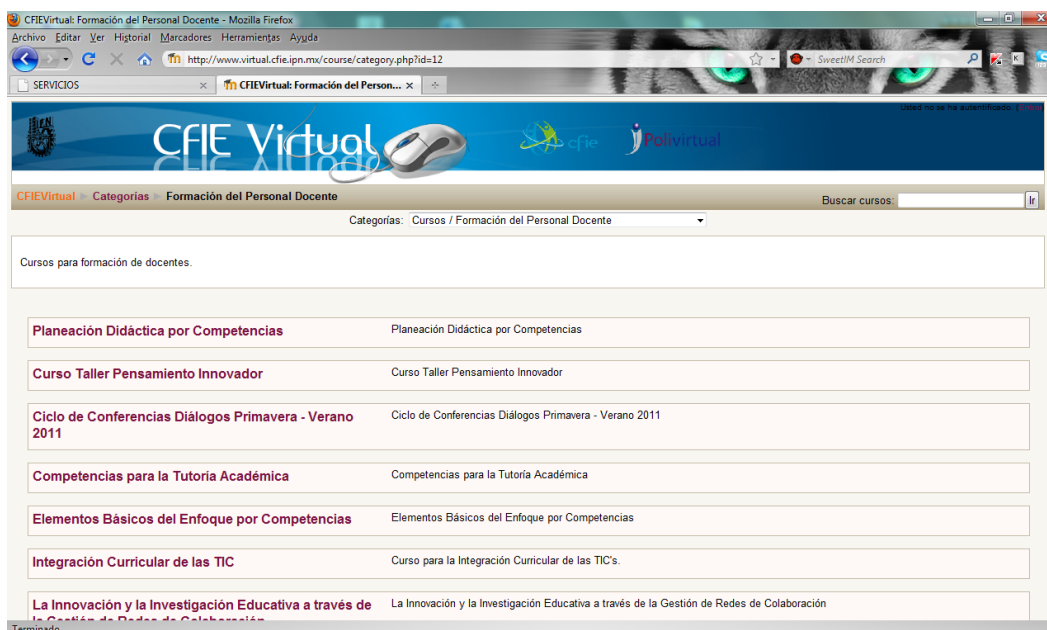


Figura 5.1 Página principal: Cursos CFIE.

La Figura 5.2 muestra la aplicación llamada “webescom”, repositorio de contenido multimedia que ofrece la posibilidad de almacenar y visualizar videos de: congresos, conferencias, ponencias, etc. Es un servicio dirigido a los alumnos.

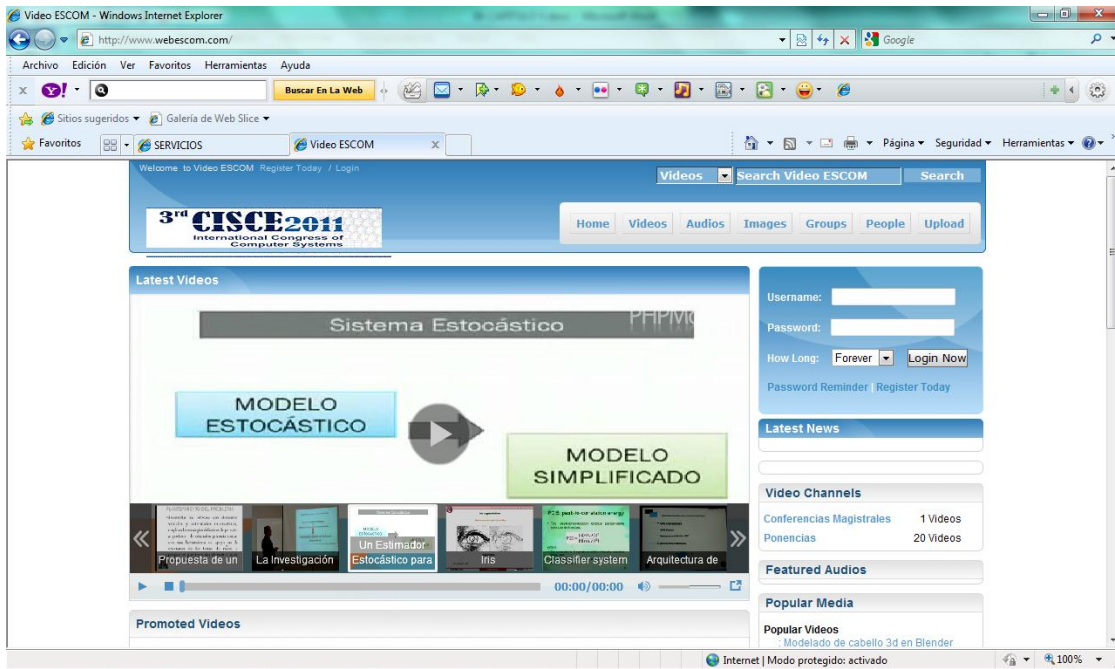


Figura 5.2 Página webescom.

En la Figura 5.3, se puede apreciar el Sistema Institucional de Gestión Administrativa (SIGA), un servicio dirigido al personal administrativo, disponible en el dominio de áreas administrativas.

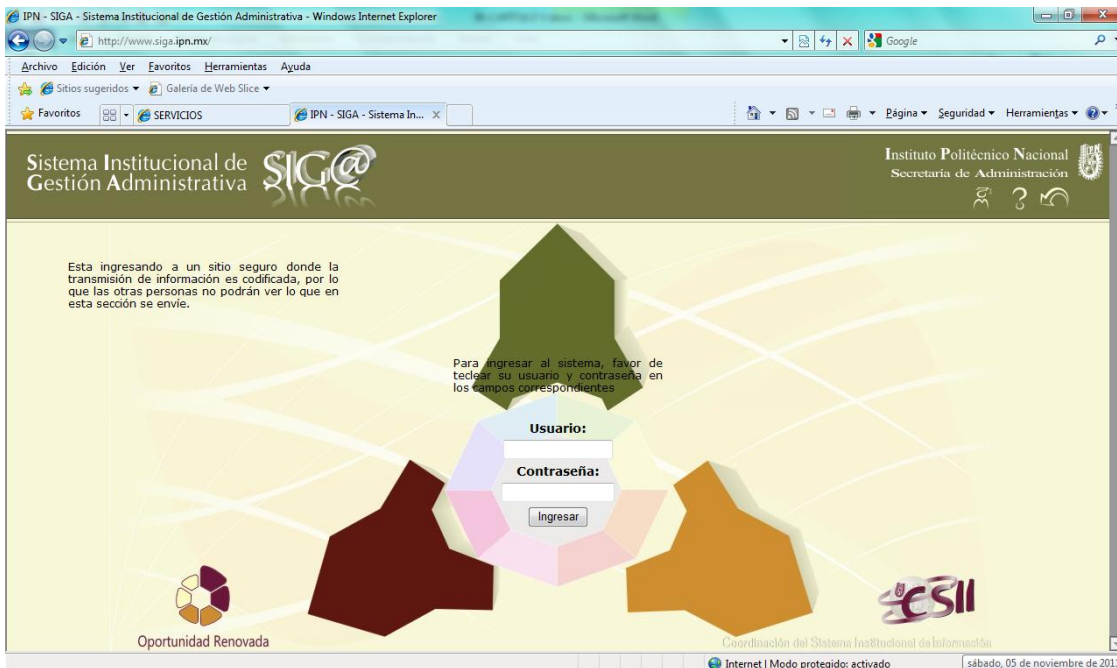


Figura 5.3 Página del SIGA.

La Figura 5.4 muestra el conocido sistema de administración escolar (SAES) de la Escuela Superior de Cómputo, empleado tanto por alumnos como por profesores.

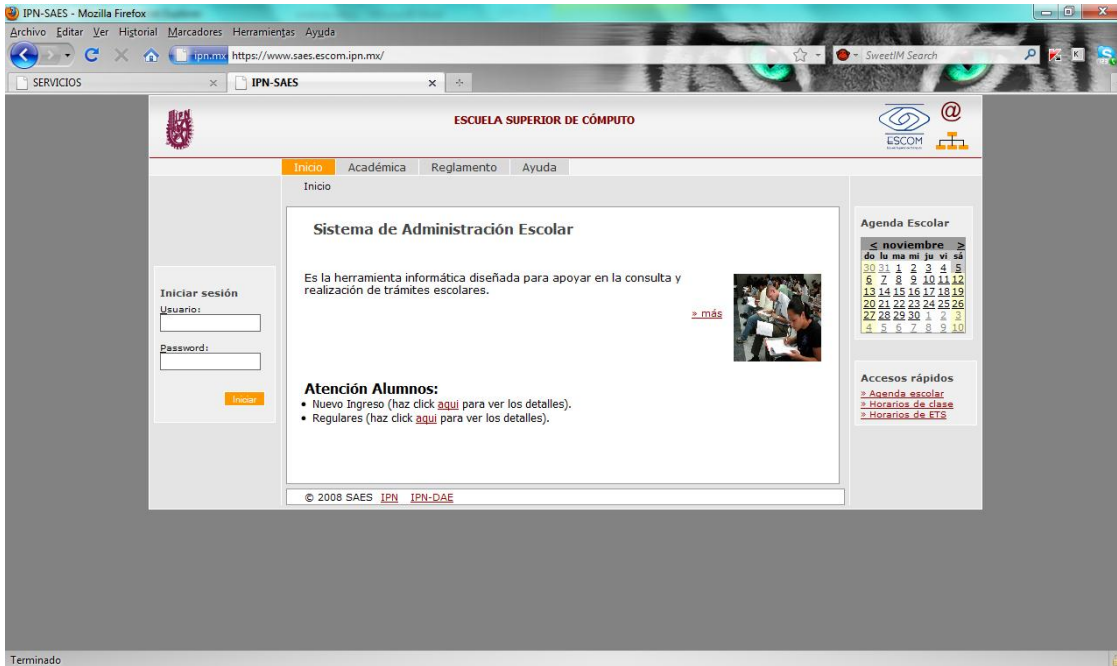


Figura 5.4 SAES de ESCOM.

En lo que respecta a la Figura 5.5, ésta muestra la página principal de la Escuela Superior de Cómputo. Éste es un servicio ofrecido en el dominio de aulas, para los perfiles de alumno, profesor y obviamente, administrador del sistema.

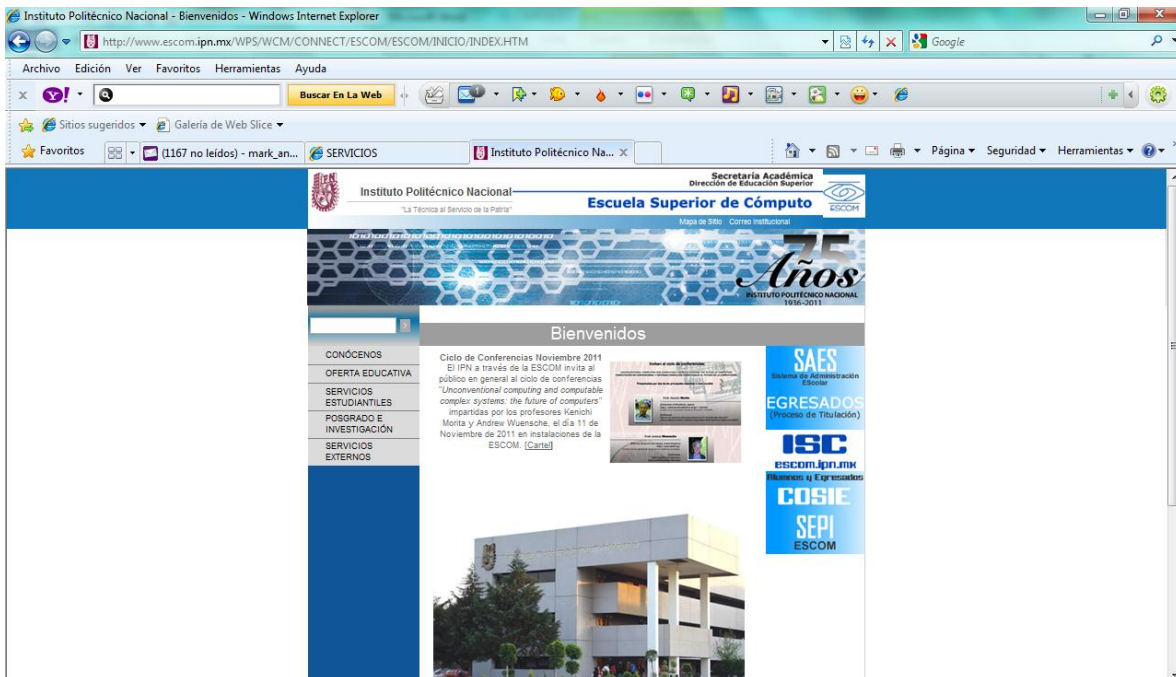


Figura 5.5 Página principal de la ESCOM.

5.1.2 DISPOSITIVOS MÓVILES UTILIZADOS.

A continuación, se muestran algunos de los dispositivos móviles empleados en las pruebas de implementación del modelo de administración de servicios en red para ambientes educativos.

iPad 2.

El iPad 2 es la segunda generación del iPad, un dispositivo electrónico tipo *Tablet PC* desarrollado por Apple Inc. Esta interfaz de usuario está rediseñada para aprovechar el mayor tamaño del dispositivo y la capacidad de utilizar software para lectura de libros electrónicos y periódicos, navegación web y correo electrónico, además de permitir el acceso al usuario a otras actividades de entretenimiento como películas, música y videojuegos. Este iPad tiene una batería de litio que dura hasta 10 horas, un procesador Dual Core Apple A5 y dos cámaras designadas para videollamadas [1].



Figura 5.6 iPad 2.

Samsung Galaxy Tab.

El Samsung P1000 Galaxy Tab (Figura 5.7) es el primer tablet de Samsung parte de la familia Galaxy de smartphones Android. El Samsung Galaxy Tab posee una pantalla de 7 pulgadas, pero eso no le impide funcionar como teléfono celular normal. Entre sus características se cuenta con una cámara principal de 3.2 megapixels, una cámara frontal 1.3MP, GPS, Wi-Fi, reproductor de música y videos con soporte DivX, Bluetooth Stereo, integración con redes sociales y ranura microSD. El Samsung Galaxy Tab corre Android 2.2 Froyo con soporte para Adobe Flash y está potenciado por un procesador de 1 GHz [2].



Figura 5.7 Samsung P1000 Galaxy Tab.

Notebook Toshiba.

Esta notebook Toshiba modelo Satellite T115D SP2001L cuenta actualmente con las siguientes características: procesador Athon MV40, pantalla de 11,6" LED, disco rígido de 160GB, memoria RAM de 5GB, 3 USB, lector de tarjetas, webcam con micrófono, WiFi, entrada de micrófono, salida de auriculares, VGA – HDMI, batería de 6 celdas, sistema operativo Windows 7 Ultimate [3].



Figura 5.8 Notebook Toshiba.

Notebook HP.

La Notebook de entretenimiento HP Pavilion dm4-1280la cuenta con un procesador Intel Core i5-460M a 2,53 GHz, hasta 2,80 GHz con tecnología Turbo Boost, memoria de sistema DDR3 de 3 GB, disco duro de 640GB, gráficos Intel de alta definición, WLAN 802.11b/g/n, Bluetooth con WiDi, entre otras características [4].



Figura 5.9 Notebook HP.

Nokia n97 mini.

El Nokia N97 mini es un teléfono móvil 3G de categoría smartphone creado por la empresa Nokia y enfocado a las redes sociales. Posee una pantalla táctil de 3.2 pulgadas y una memoria interna flash de 8 GB. Tiene una cámara digital de 5 Megapíxeles con selección de foco que se activa al tocar la zona deseada para enfocar, graba vídeos en calidad VGA con 30 fps. Además su cámara tiene zoom digital y Flash de doble LED [5].



Figura 5.10 Teléfono Nokia n97 mini.

Iphone 3G.

Físicamente similar al iPhone original, este modelo incorpora conectividad vía 3G (como su nombre lo indica), A-GPS y una nueva carcasa enteramente de plástico negro glossy curvada, además de las características del primer iPhone como son: pantalla de 3,5" (89 mm) 320 x 480 píxeles, cámara de 2 Megapíxeles, sistema operativo iOS, memoria interna de 128 MiB DRAM con capacidad de almacenamiento de 8 GB ó 16 GB de memoria flash, posición que encuentra por detección de células de red y redes Wi-Fi, entre otras [6,7].



Figura 5.11 Iphone 3G.

5.1.3 PRUEBAS REALIZADAS.

Para comprobar la correcta ejecución e implantación de la arquitectura del modelo, se realizaron tres tipos de pruebas al caso de estudio. Éstas son:

1. Conexión al dominio.
2. Autenticación.
3. Acceso a los servicios y/o aplicaciones

Prueba 1:

Esta prueba consistió en que los usuarios se conectaran a los dominios de red que previamente se habían implementado, recibieran la bienvenida al dominio, se autenticaran e hicieran uso de los servicios que se les ofrecieron de acuerdo a su perfil. La prueba se desarrolló durante un periodo de dos semanas y se llevó a cabo con los usuarios que tienen acceso al laboratorio que asciende a aproximadamente 70 usuarios (entre alumnos de licenciatura o maestría, profesores y algunos visitantes); sin embargo, la prueba se realizó con 60 de ellos. Cabe mencionar, también que el acceso de éstos no fue simultáneo, sino intermitente (conforme se hacía uso del laboratorio).

Esta prueba se realizó sobre gran variedad de dispositivos móviles de diferentes marcas tales como:

- Laptops: Dell, Acer, Apple, Compaq, Hp y Sony.
- Tablet PC: iPad y iPad2 de Apple y Galaxy de Samsung
- Teléfonos inteligentes: Blackberry, Nokia, Apple, Sony, Samsung.

De esta forma, se encuentra implícito que el modelo funciona también sobre diversas plataformas o sistemas operativos (Windows, Linux, Mac Os, Windows Mobile, Blackberry OS, Android, Symbian) y diferentes navegadores de red (Opera mini, Explorer, Safari, etc.).

Los resultados obtenidos de esta prueba de conexión al dominio se presentan en la gráfica de la Figura 5.12. La gráfica indica que de una muestra de 60 usuarios el 97% se conectó a la red de manera satisfactoria; mientras que el 3% tuvo problemas de conexión. Esto debido a un inconveniente que se tuvo con el punto de acceso inalámbrico y concluyó en reiniciar esté.

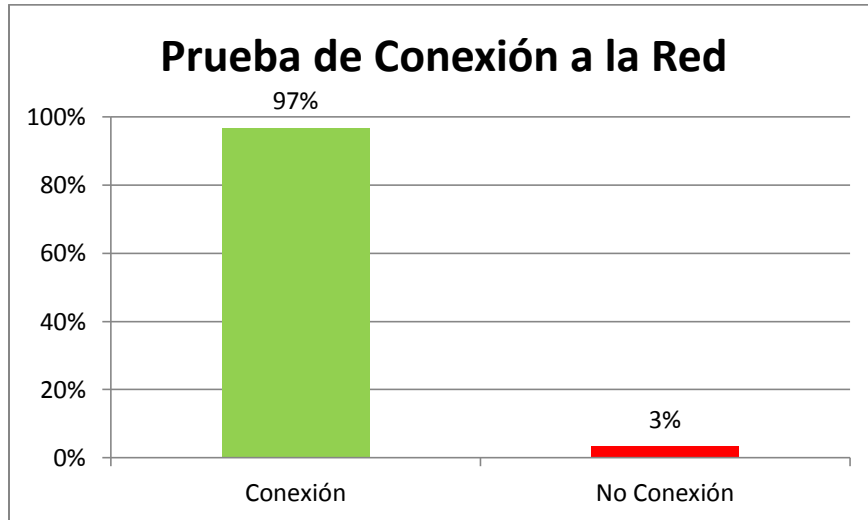


Figura 5.12 Gráfica de conexión a la red.

Para calcular la disponibilidad del acceso de red consideramos los 15 días (360 horas) que duró la prueba así como los 15 minutos en que se detuvo el servicio de red debido al problema que se suscitó en el AP, resultando un tiempo de red disponible total de 359.75 horas. Utilizando la fórmula 5.1 obtenemos el porcentaje de disponibilidad:

$$\% \text{ de disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de uso efectivo}}{\text{Tiempo de uso total}} \times 100 \quad \dots (5.1)$$

Sustituyendo valores obtenemos:

$$\begin{aligned} \% \text{ de disponibilidad} &= (359.75/360) * 100 \\ \text{Disponibilidad del Dominio de Red} &= 99.93\% \end{aligned}$$

Con el resultado anterior, se garantiza una excelente disponibilidad del dominio de red.

Prueba 2:

La prueba consistió en que el usuario ingresara sus credenciales (nombre de usuario y contraseña) para poder autenticarse y obtener la conexión a la red. La Figura 5.13 muestra los resultados obtenidos, en donde el 100% de los usuarios no tuvieron problema alguno; es decir, se pudieron conectar y recibir su lista de servicios y/o aplicaciones disponibles de acuerdo a su perfil y localización. Cabe aclarar que no se contabilizan los errores que surgieron cuando el usuario ingresó de manera incorrecta su propio usuario y contraseña.

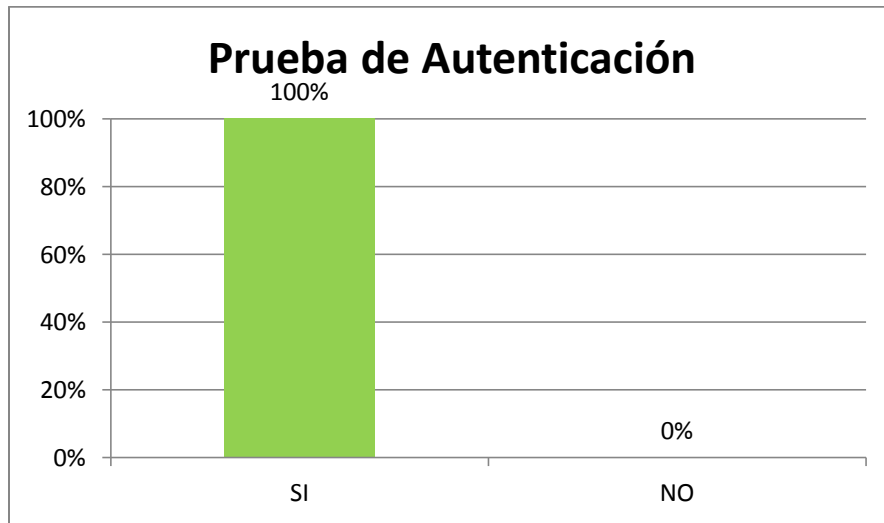


Figura 5.13 Gráfica de autenticación.

Prueba 3:

La prueba de conexión a los servicios consistió en que el usuario accediera a una de las aplicaciones y/o servicios a los que tiene derecho, una vez realizada la autenticación y localización del usuario en la red. Esto con la finalidad de verificar la correcta disponibilidad de los servicios ofrecidos.

La Figura 5.14 muestra las estadísticas del acceso a los servicios y/o aplicaciones a los que el usuario tiene derecho. El 95% logró establecer de manera satisfactoria la conexión con los servicios; mientras que el 5% restante tuvo problemas debido a que el servidor que contenía el servicio no se encontraba disponible en ese momento.

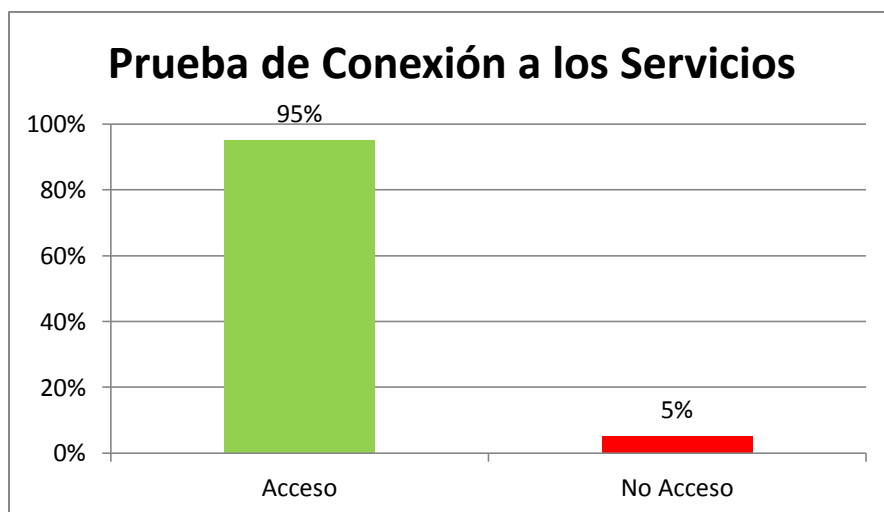


Figura 5.14 Gráfica de conexión a los servicios.

Los resultados obtenidos en estas pruebas, muestran que la implementación del caso de estudio es satisfactorio debido a que el método de autenticación es confiable y su respuesta a los servicios es eficaz.

5.1.4 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN.

Considerando la distribución de los servicios y/o aplicaciones de acuerdo al perfil y localización del usuario dentro del campus, las diferentes maneras en que el contenido de la página HTML puede variar, son las que se muestran en el esquema de la Figura 5.15. Cabe aclarar que no se considera al perfil del administrador de la red.

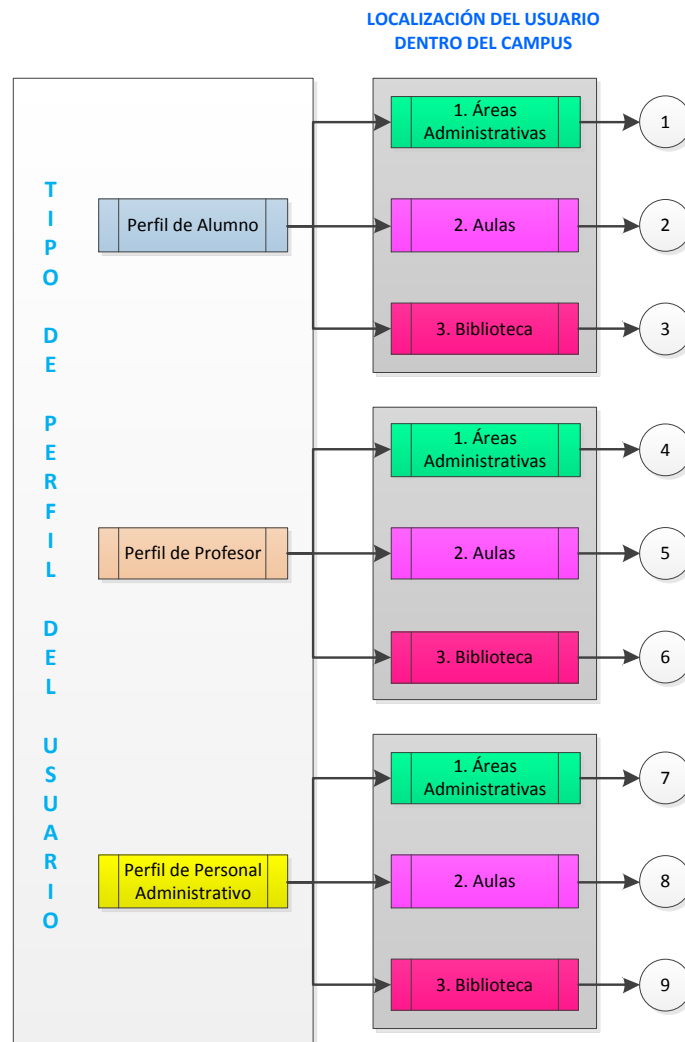


Figura 5.15 Variantes de la interfaz HTML.

A continuación, se exhiben diversas imágenes con la finalidad de mostrar los resultados alcanzados en la implementación del modelo propuesto.

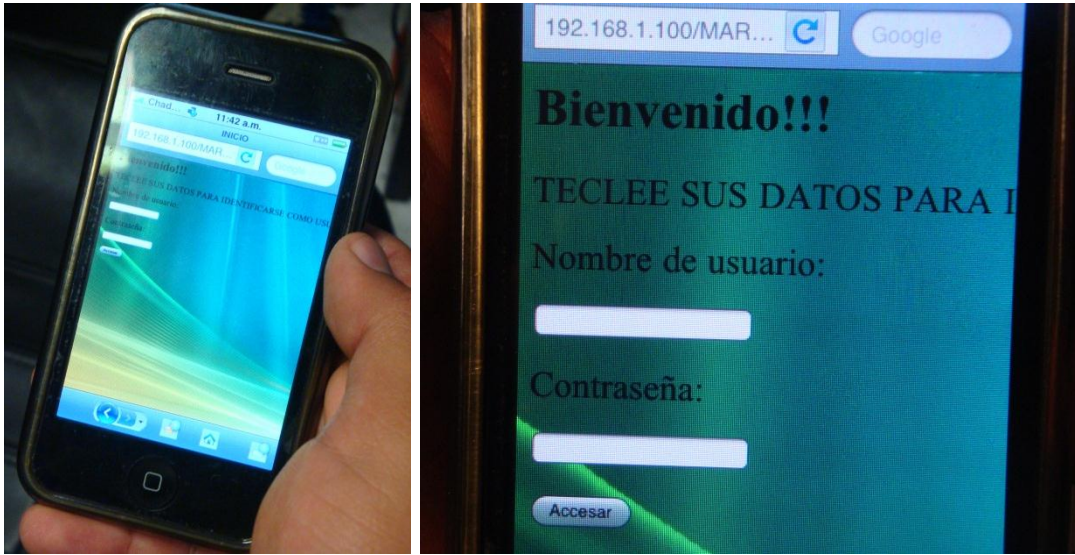


Figura 5.16 Pantalla de bienvenida en un iPhone.

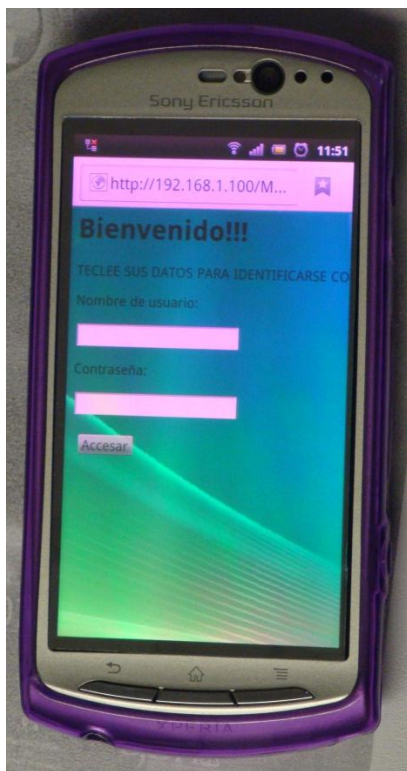


Figura 5.17 Pantalla para autenticación en un teléfono Sony Ericsson.



Figura 5.18 Pantalla de bienvenida en una Notebook.

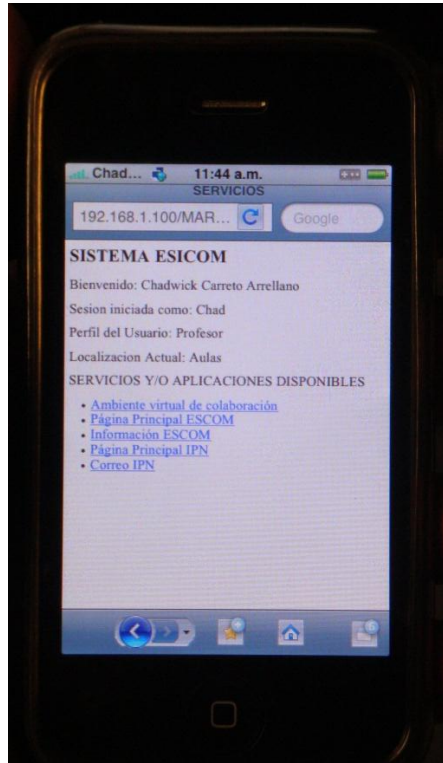


Figura 5.19 Acceso al dominio de aulas a través de un iPhone.



Figura 5.20 Acceso al dominio de biblioteca en un teléfono móvil.

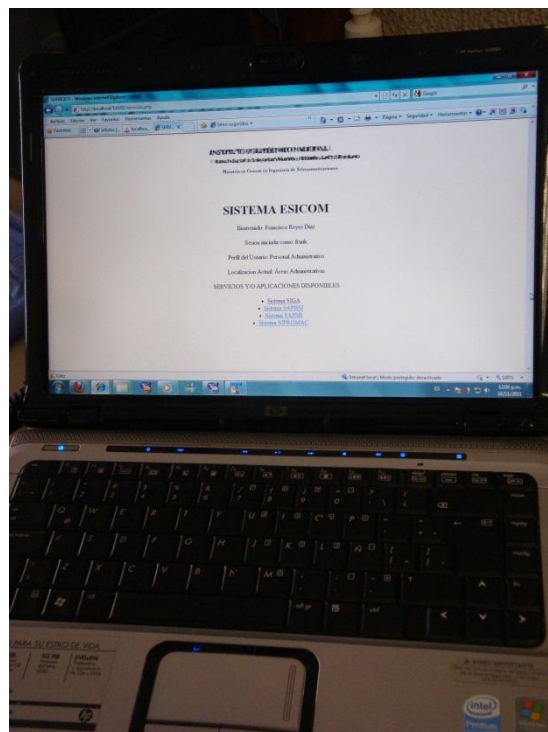


Figura 5.21 Acceso al sistema mediante una Laptop.

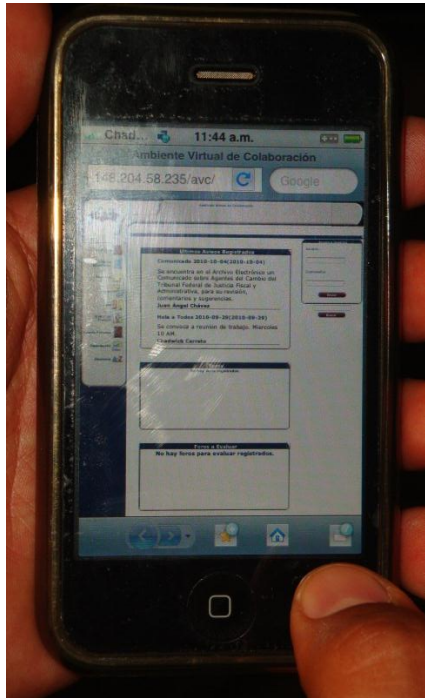


Figura 5.22 Uso del servicio: ambiente virtual de colaboración.

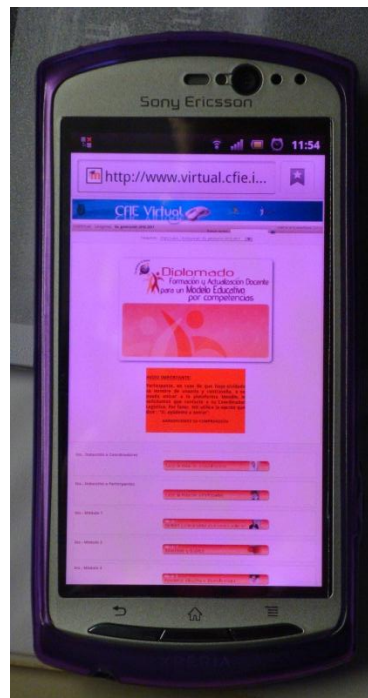


Figura 5.23 Uso del servicio: diplomados 2011 – CFIE.



Figura 5.24 Acceso al sistema SIGA.

5.2 REFERENCIAS.

- [1] Extraído de http://en.wikipedia.org/wiki/IPad_2
- [2] Extraído de <http://www.smart-gsm.com/moviles/samsung-p1000-galaxy-tab>
- [3] Consulta de <http://www.ar.all.biz/g15128/>
- [4] Extraído de http://h10025.www1.hp.com/ewfrf/wc/document?docname=c02705832&cc=ad&dlc=es&lc=es&jumpid=reg_r1002_mxes
- [5] Consulta de <http://www.nokia.com.mx/productos/todos-los-modelos/nokia-n97-mini>
- [6] Extraído de <http://es.wikipedia.org/wiki/IPhone>
- [7] Consulta de http://es.wikipedia.org/wiki/IPhone_3G

5.3 CONCLUSIONES.

Las redes móviles son cada día más comunes en las instituciones educativas. En nuestros días, se ha vuelto un objetivo primordial conseguir un cómputo ubicuo que asegure una total interactividad en todo momento y en todo lugar; por consiguiente, este proyecto fue enfocado a acercarnos a dicho objetivo, pretendiendo así, desarrollar un entorno capaz de ofrecer los servicios requeridos para usuarios específicos de la manera más transparente posible.

El aprendizaje y el conocimiento son parte esencial en toda organización y comunidad; y al hablar de comunidad, es necesario que el conocimiento se distribuya y se aplique, de otra forma, se volvería inútil. Tomando esta filosofía, el modelo cumple la meta de: *brindar información de forma rápida, segura y eficiente.*


Una vez implementado este modelo de administración y haber obtenido buenos resultados, se puede considerar como una propuesta viable debido a que proporciona *confort* a los usuarios del sistema del entorno educativo, en base a la movilidad con la que se les permitirá actuar y a la disponibilidad de la información y/o servicios.


En lo que respecta a trabajos futuros, una vez realizada la implantación del modelo de administración de servicios en red en el laboratorio de cómputo móvil y haber verificado la funcionalidad de éste, bien podrían hacerse diversas propuesta futuras como por ejemplo: realizar la implantación del modelo de administración de servicios en un ambiente educativo más amplio, es decir, que atienda a un mayor número de usuario, así como un incremento en la cantidad de dominios que se ofrecen.


Considerando el punto anterior y siendo entusiasta, bien podemos considerar que este modelo puede ser la base para el desarrollo de sistemas similares para ambientes diferentes al educativo. Por ejemplo: en la medicina (hospitales) y en entornos culturales (museos, teatros, etc.).


5.4 PUBLICACIONES.


En esta sección se nombran las publicaciones que se han realizado como resultado de la elaboración de esta tesis y que han sido presentados en congresos internacionales y nacionales. En el anexo A se encuentran los artículos mencionados.

-  Ponencia en IV Congreso de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica (CICE – 2010).
Título: Inteligencia de Dominios - Configuración Automática de Ambientes de Trabajo.
Autores: Ing. Marco Antonio Hernández Pérez y Dr. Felipe Rolando Menchaca García.
Sede: Centro de Educación Continua y a Distancia, Unidad Allende del IPN. México, D.F.

-  Ponencia en el 4to. Congreso Internacional de Ingenierías Mecánica, Eléctrica, Electrónica, Mecatrónica y Sistemas Computacionales (CIMEEM – 2011).
Título: Diseño de un Modelo de Administración de Servicios en Red para Ambientes Educativos.
Autores: Ing. Marco Antonio Hernández Pérez, M. en C. Chadwick Carreto Arellano y Dr. Salvador Álvarez Ballesteros.
Sede: Instituto Tecnológico de Querétaro. Querétaro, Querétaro.

-  Ponencia en la 18ª Semana Nacional de Ciencia y Tecnología. 2011.
Título: Prototipo de un Modelo de Administración de Servicios en Red para Ambientes Educativos.
Autores: Ing. Marco Antonio Hernández Pérez, M. en C. Chadwick Carreto Arellano y Dr. Salvador Álvarez Ballesteros.
Sede: CECyT No. 1 “Gonzalo Vázquez Vela”. México, D.F.

-  Publicación en la Revista Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos (RISCE) en el número del mes de Noviembre. 2011.
Título: Modelo de Administración de Servicios en Red para Ambientes Educativos.
Autores: Ing. Marco Antonio Hernández Pérez, M. en C. Chadwick Carreto Arellano y Dr. Salvador Álvarez Ballesteros.

-  Ponencia en el Congreso Internacional sobre Investigación y Desarrollo (CIIDE - 2011)
Título: Propuesta de un Modelo de Administración de Servicios en Red para Ambientes Educativos.
Autores: Ing. Marco Antonio Hernández Pérez, M. en C. Chadwick Carreto Arellano y Dr. Salvador Álvarez Ballesteros.
Sede: Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán.

- 📖 Ponencia en la 22^a Reunión internacional de otoño, de comunicaciones, computación, electrónica, automatización, robótica y exposición industrial (IEEE ROC&C – 2011)
Título: Desarrollo de un Modelo de Administración de Servicios en Red para Ambientes Educativos.
Autores: Ing. Marco Antonio Hernández Pérez, M. en C. Chadwick Carreto Arellano y Dr. Salvador Álvarez Ballesteros.
Sede: Centro Internacional Acapulco. Acapulco. Guerrero.
- 📖 Ponencia en la 22^a Reunión internacional de otoño, de comunicaciones, computación, electrónica, automatización, robótica y exposición industrial (IEEE ROC&C – 2011).
Título: Telecomunicación móvil 3G en México: oferta de servicios, competencia y regulación.
Autores: Ing. Marco Antonio Hernández Pérez, M. en C. Chadwick Carreto Arellano y Dr. Salvador Álvarez Ballesteros.
Sede: Centro Internacional Acapulco. Acapulco. Guerrero.
- 📖 Ponencia en la 22^a Reunión internacional de otoño, de comunicaciones, computación, electrónica, automatización, robótica y exposición industrial (IEEE ROC&C – 2011).
Título: Perspectivas 4G en México: tecnologías y servicios ofrecidos por WiMAX y LTE para el mercado de la banda ancha móvil.
Autores: Ing. Marco Antonio Hernández Pérez, M. en C. Chadwick Carreto Arellano y Dr. Salvador Álvarez Ballesteros.
Sede: Centro Internacional Acapulco. Acapulco. Guerrero.

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.

FIGURAS.

1.1	Ejemplo de una red ubicua.	3
2.1	Estructura de un dominio fijo.	17
2.2	Estructura de un dominio móvil.	18
2.3	Estructura de un dominio distribuido.	18
2.4	Estructura del modelo propuesto.	19
2.5	Dominios dentro de un ambiente educativo (Unidad Profesional Adolfo Lopez Mateos, Campus Zacatenco).	20
2.6	Red educativa.	21
2.7	Modelo propuesto.	23
3.1	Módulos del modelo propuesto.	26
3.2	Diagrama de secuencia del modelo propuesto.	27
3.3	Diagrama de flujo del módulo de reconocimiento de red.	28
3.4	Diagrama de flujo de módulo de validación.	30
3.5	Toma de decisión por medio del perfil del usuario.	31
3.6	Diagrama de flujo de módulo de aplicaciones.	32
3.7	Diagrama de flujo del módulo de prestación de servicios.	33
3.8	Ejemplo de una BBDD.	34
3.9	Ejemplo de una tabla de una BBDD	35
3.10	Logo de MySQL.	36
3.11	Logo de PHP.	38
3.12	Logo de phpMyAdmin.	39
3.13	Logo HTML.	40
3.14	Estructura general de una página HTML.	41
4.1	Ubicación del lugar de la implementación del modelo.	44
4.2	Esquema de red del caso de estudio.	45
4.3	Router Linkys WRT54GL.	46
4.4	Firmware DD-WRT.	47
4.5	Configuración del SSID.	47
4.6	Selección de la seguridad inalámbrica Radius y configuración.	48
4.7	Características del Servidor.	49
4.8	LAMP.	49
4.9	Logo de phpMyAdmin.	50
4.10	LAMP y phpMyAdmin.	50
4.11	Estructura de la tabla registro.	55
4.12	Estructura de la tabla servicios.	55
4.13	Estructura de la tabla dominios.	55
4.14	Contenido de la tabla servicios.	55
4.15	Estructura de la tabla privilegios.	56
4.16	Contenido de la tabla privilegios.	56
4.17	Configuración de los parámetros de red y del servidor DHCP.	58
4.18	Selección de NoCatSplash y configuración.	64

5.1	Página principal: Cursos CFIE.	68
5.2	Página webescom.	69
5.3	Página del SIGA	69
5.4	SAES de ESCOM.	70
5.5	Página principal de la ESCOM.	70
5.6	iPad 2.	71
5.7	Samsung P1000 Galaxy Tab.	72
5.8	Notebook Toshiba.	72
5.9	Notebook HP.	73
5.10	Teléfono Nokia n97 mini.	73
5.11	Iphone 3G.	74
5.12	Gráfica de conexión a la red.	75
5.13	Gráfica de autenticación.	76
5.14	Gráfica de conexión a los servicios.	76
5.15	Variantes de la interfaz HTML.	77
5.16	Pantalla de bienvenida en un iPhone.	78
5.17	Pantalla para autenticación en un teléfono Sony Ericsson.	78
5.18	Pantalla de bienvenida en una Notebook.	78
5.19	Acceso al dominio de aulas a través de un iPhone.	79
5.20	Acceso al dominio de biblioteca en un teléfono móvil.	79
5.21	Acceso al sistema mediante una Laptop.	79
5.22	Uso del servicio: ambiente virtual de colaboración.	80
5.23	Uso del servicio: diplomados 2011 – CFIE.	80
5.24	Acceso al sistema SIGA.	80

TABLAS.

1.1	Comparativa de los diferentes servicios existentes.	13
2.1	Ejemplos de servicios en un ambiente educativo.	22
4.1	Características del router Linkys WRT54GL.	46
4.2	Características del CPU.	49
4.3	Servicios y/o aplicaciones disponibles.	65
4.4	Distribución de los servicios y/o aplicaciones.	66

ANEXO A
PUBLICACIONES

Inteligencia de Dominios - Configuración Automática de Ambientes de Trabajo

¹ Marco Antonio Hernández Pérez (mark_antony_001@hotmail.com),

² Felipe Rolando Menchaca García (fmenchac@ipn.mx)

^{1,2} ESIME-Zacatenco, IPN, Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Av. IPN s/n. Edificio 1, 2°. Piso. Col. Lindavista, CP 07738. México DF Tel: (5255) 57296000 Ext. 54755
Movil: ¹ 55-54-61-17-50, ² 55-14-81-13-56

Palabras Clave:

Dominio inteligente, configuración automática, ambiente de trabajo.

Resumen:

En este trabajo se presenta una propuesta para implementar el paradigma de inteligencia de dominios en un ambiente escolar. Se discute el estado del arte de este paradigma y de las tecnologías de configuración automática de ambientes de trabajo, como es la administración remota de carga de programas (*Patch Management*). Asimismo, se propone una metodología para el desarrollo de proyectos de inteligencia de dominios

Introducción.

Actualmente, el aprendizaje y el conocimiento son parte esencial en toda organización y comunidad; y al hablar de comunidad es necesario que el conocimiento se distribuya y se aplique, de otra forma, se volvería inútil. La clave de la evolución social radica en la generación, difusión y distribución simultánea de los mismos: aprendizaje y conocimiento.

A través del tiempo, esta distribución de información (comunicación) se ha dado por diferentes medios, siendo un claro ejemplo las comunicaciones inalámbricas (wireless) que están experimentando un crecimiento acelerado. Conforme continúan transcurriendo los años, las innovaciones tecnológicas permiten aumentar la calidad no sólo en el sector productivo, sino también en el sector educativo el cual, ha sufrido un cambio drástico desde la aparición de material interactivo de apoyo y referencias de fácil acceso.

En la actualidad, es importante reducir los tiempos de búsqueda de información, ya que recae en un mayor tiempo para su asimilación. Existen métodos de búsqueda que no requieren demasiado tiempo como es Internet, aunque no debería ser posible, en todo momento, estar frente a una computadora. Sin embargo, pese a la existencia de otras alternativas como son Internet inalámbrico y móvil, las búsquedas siguen siendo exhaustivas y arrojan grandes cantidades de información que muchas veces resulta innecesaria o que no corresponde a lo consultado.

Es por esta razón que se vuelve importante la creación de un medio o método que nos permita tener acceso a información de manera eficiente, fácil y rápida, disponible en cualquier momento y lugar y que además, proporcione la ventaja de que la información obtenida sea útil y veraz. De esta manera, se apoyará al proceso educativo más allá de un aula y un libro.

Patch management.

También llamado *administración remota de la configuración*, es un área de administración de sistemas que involucra la adquisición, prueba e instalación de múltiples *patches* (parches) a un sistema de cómputo administrado. Las tareas incluidas en el *Patch Management* son: mantener actualizada la información de parches disponibles, decidir qué parches son los apropiados para el sistema en particular, asegurar que los parches estén correctamente instalados, probar el sistema después de su instalación y documentar todos los procedimientos asociados, así como las configuraciones específicas requeridas.

Visto de otra manera, un parche es lo que podríamos llamar una solución elegante: *"make-do"*. No obstante, los parches son algunas veces ineficientes y frecuentemente pueden causar más problemas de los que arreglan. Los expertos en *Patch Management* tal como Mark Allen, CTO* de Gibraltar Software, sugiere que los administradores del sistema sigan pasos simples para evadir problemas como realización de copias de seguridad y pruebas de parcheo en sistemas no críticos antes de instalarse [1].

Redes educativas: una estrategia para mejorar la educación.

En la actualidad, las redes educativas son un mecanismo mediante el cual, se van gestando alianzas y se generan espacios de intercambio entre personas e instituciones de distintos lugares del mundo, con objetivos claros y comunes.

* Chief Technology Officer

La redes educativas van tomando gran fuerza sumando miembros y sobre todo, generando nuevos espacios y formas de ver la realidad que vivimos; todo ello, enriquecido con el aporte de experiencias y políticas aplicadas en otros países.

Compartir otras visiones abre nuevas posibilidades para la diversidad de situaciones que vivimos en el país; y tener nuevas oportunidades, es un aporte al crecimiento y desarrollo [2].

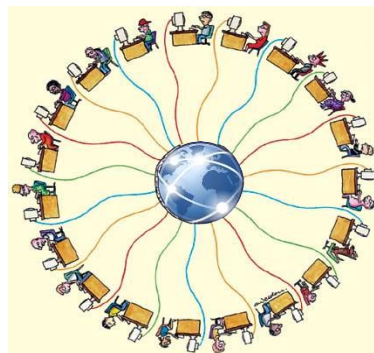


Fig. 1 Red educativa.

En esta perspectiva, las redes están contribuyendo enormemente a mejorar la calidad educativa, generando un punto de encuentro, de diálogo, de interaprendizaje, de apoyo solidario, de crecimiento personal y colectivo, de intercambio de conocimientos y experiencias educativas; vale decir, una empresa del aprendizaje [3].

Arquitectura de un Sistema de Inteligencia de Dominios.

Entiéndase como un dominio inteligente a un ámbito limitado en el cual existe un servicio automatizado de cómputo que utiliza técnicas de inteligencia artificial como lo es la identificación y la autenticación de usuarios para realizar un determinado fin.

Llevando la definición de dominio inteligente a un ámbito educativo, podemos considerar un dominio como cada sitio de interés en donde se desarrolle una actividad diferente. Ejemplo: aulas, biblioteca, control escolar, auditorio, oficinas de gobierno, etc.

Ahora imagine que en cada uno de estos lugares existe un acceso inalámbrico a internet en donde el usuario es identificado y autenticado de forma automática. El término inteligente se da a la condición de que el servidor que proporciona el servicio, además de identificar y autenticar de forma automática, mecánicamente cargue en el dispositivo móvil del usuario información correspondiente a su nivel de privilegios, invariablemente del lugar donde se encuentre.

Lo anterior se puede entender mejor con un ejemplo: considere al usuario 1 con un nivel de privilegios de profesor y un usuario 2 con privilegios de alumno. Ahora considere que los usuarios ya han sido identificados y se encuentran en las aulas, mientras que el usuario 1 en automático recibe información de sus grupos como listas de asistencia, horario, información

de cursos, diplomados, exposiciones, eventos, reuniones, etc., el usuario 2 recibirá información de su horario de clases y de algunos cursos y eventos acorde a su perfil. De igual forma, si los usuarios se desplazan a otro dominio, éstos recibirán la información acorde al dominio en que se encuentren manteniendo siempre los niveles de privilegio de cada usuario.



Fig. 2 Dominios dentro de un ambiente educativo.

Cabe mencionar que al cambiar de un dominio a otro, la información cargada en automático del dominio posterior se perderá y se cargará la del actual. De igual forma, se tendrá la opción de siempre poder acceder a la información de otro dominio en el que no estemos, para ello se necesitará realizar un proceso de identificación de forma manual con el fin de obtener el perfil y el nivel de privilegios del usuario.

Motor de toma de decisiones.

Existen dos condiciones o mecanismos para la toma de decisión: perfil y dominio de acceso.

Para el caso del perfil, reconociendo el tipo de perfil con el que cuenta el usuario que accede a la red, será el tipo de privilegios a la cual tendrá acceso.

Dependiendo del dominio en que se encuentra el usuario, recibirá el tipo de información acorde a la zona.

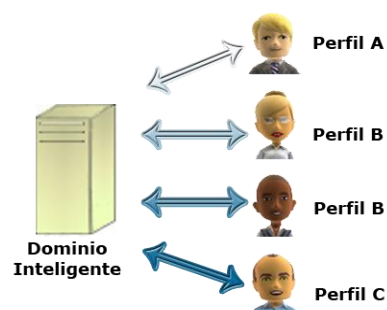


Fig. 3 Perfiles.

Servicios en un ambiente escolar.

Un entorno educativo es un espacio propio para la educación, conformado por diferentes áreas como son: aulas, bibliotecas, control escolar, auditorios, oficinas de gobierno, cafeterías, sección de informática, secciones deportivas, etc.

Debido a que cada una de estas áreas tiene diferentes características, se genera información diversa, dando como resultado la necesidad de implementar distintos servicios que deben ser cubiertos. De allí la importancia del presente trabajo, pues éste como se ha venido mencionando, tiene como uno de sus objetivos el de clasificar y cargar de forma automática, considerando el motor de decisión antes mencionado, sólo la información estrictamente necesaria al usuario. Ejemplo: bibliografías de un determinado semestre.

Metodología de desarrollo e implementación.

El desarrollo del modelo que se propone se puede ver esquemáticamente como se muestra en la figura siguiente:

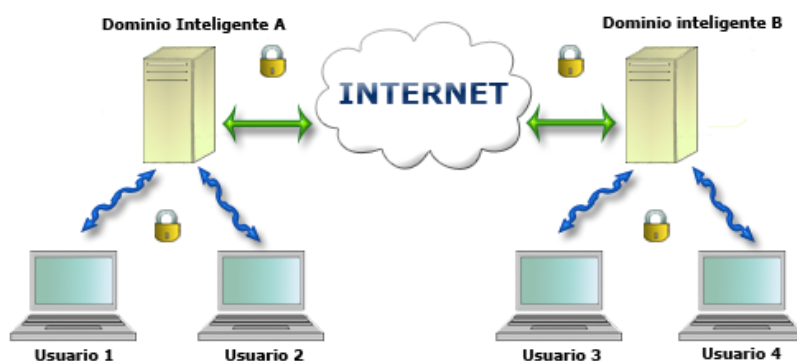


Fig. 4 Modelo propuesto.

Como se puede observar, los usuarios, ya sea dentro del dominio de interés o usuarios externos a él, se tienen que identificar para poder acceder a los servicios. Esto permite que el control de accesos se realice por medio de la autoridad de registro del sistema y nos dé la opción de tener un control bien definido de las personas que entran al sistema. Asimismo, se sabrá cuál es su nivel de acceso y las responsabilidades que tiene en el sistema.

Otro punto importante es que los usuarios por su nivel de responsabilidad pueden modificar y generar cierta información con el fin de lograr retroalimentación y trabajo colaborativo; de esta forma, se implementa la opción de firmar cada movimiento en la información, lo cual, da la seguridad a los demás participantes colaborativos de que la información que se está utilizando es íntegra.

El esquema está pensado para poder ser implementado en un lenguaje de programación de código abierto, debido a la gran cantidad de ventajas que nos proporciona este tipo de lenguaje.

La implementación de un ambiente de prueba para este modelo se contempla en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco, bajo un esquema que cumpla con las necesidades de seguridad para un entorno escolar.

Conclusiones y Recomendaciones.

En el presente trabajo se muestra una propuesta en desarrollo en un ambiente escolar, basada en la inteligencia de dominios que tiene como finalidad la creación de un medio que nos permita tener acceso a información de manera eficiente, fácil y rápida, brindando con ello, información útil acorde a cada perfil de usuario.

La inteligencia de dominios es una realidad inherente hoy en día; una tecnología en proceso de maduración y como tal, brinda una amplia gama de posibilidades para su implementación en muchas áreas de trabajo. Ejemplo de ello, es la propuesta de este trabajo que fácilmente puede ser modificada para funcionar en una tienda departamental, brindando a los consumidores (usuarios) ofertas y distintas promociones.

El modelo propuesto basa su seguridad en la identificación del usuario a través de un nombre de usuario (ID) y contraseña, sugiriendo que este trabajo pueda ser complementado con el establecimiento de un módulo que permita la autenticación del usuario, brindando con ello una mayor seguridad.

Infografía

[1] http://searchenterprisedesktop.techtarget.com/sDefinition/0,,sid192_gci901422_00.html

[2] <http://www.cenaise.org.ec/redes/redes.html>

[3] <http://ojosyoidos-santa.blogspot.com/2007/03/bienvenidos.html>

DISEÑO DE UN MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS EN RED PARA AMBIENTES EDUCATIVOS.

Marco Antonio Hernández Pérez¹, Salvador Álvarez Ballesteros², Chadwick Carreto Arellano³

Resumen.

En el presente trabajo se aborda el estado del arte del concepto “dominio en red”, así como la evolución que ha tenido. Se abordan los diferentes tipos de servicios existentes. Posteriormente, se presenta una propuesta de diseño para implementar un modelo de administración de servicios en red para ambientes educativos, utilizando como base los conceptos antes escritos y el aspecto de inteligencia de dominios.

Palabras clave: dominio, dominio inteligente, redes ubicuas.

Summary.

This work engages the art's state of the paradigm “net domain”, as well as its evolution through the time. It discusses about the different types of existing services. Secondly, we present a design proposal to implement a management model for web learning services environment using intelligence domains.

Keys words: domain, intelligent domain, ubiquitous network.

1. Introducción.

La necesidad de obtener información especializada en forma rápida, segura, eficiente y a un bajo costo, es una realidad inherente dentro y fuera de un ambiente laboral y educativo. Es por esta causa, -entre otras-, que se han desarrollado aplicaciones para móviles que ayuden a satisfacer este requerimiento.

Hoy en día, es perfectamente normal hablar de redes en las que conviven dispositivos que no están totalmente conectados a Internet, tales como: teléfonos móviles, PDA's (*Personal Digital Assistant*), sistemas de navegación para vehículos, consolas de videojuegos, televisión digital; en definitiva, toda una clase de dispositivos heterogéneos. Las tendencias actuales en investigación indican que todos estos dispositivos se conectarán, en muy pocos años, a redes con ancho de banda muy superior a lo actual. Al mismo tiempo, estas redes tendrán acceso multi-modal (IPv6, xDSL, CATV, Wi-Fi, fibra óptica), con lo cual, se multiplicará la conectividad de los dispositivos [1].

En la actualidad, no existen muchas aplicaciones conocidas que, además de cumplir el requisito de proporcionar información, cuenten con un mecanismo de identificación automático, así como con una jerarquización de privilegios de la información. De esta manera, si un profesor llega al aula de clase de un respectivo grupo, la red móvil existente, automáticamente lo identificará y en breve, se cargarán en su dispositivo móvil todos los privilegios a los cuales tiene acceso, como son: materiales de apoyo para la clase, listas de los alumnos, horario de clase, etc.

Dado lo anterior, se vuelve importante la creación de un medio o método que nos permita tener acceso a información de manera eficiente, fácil y rápida; disponible en cualquier momento y lugar y que además, proporcione la ventaja de que la información obtenida sea útil y veraz. De esta forma, se apoyará al proceso educativo más allá de un aula y de un libro [2].

Por esta razón, en el presente trabajo, se propone un modelo de administración de servicios en red, el cual, permitirá que se distribuyan los servicios en una red de acuerdo a los perfiles y a los espacios o “Dominios” de aplicación de los mismos.

^{1,2}Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, IPN, Unidad Profesional "Adolfo López Mateos", Zacatenco, Del. Gustavo A. Madero, C.P. 07738, México D.F., Tels.: 57296000 ext. 54755 Y 54756, mark_antony_001@yahoo.com.mx¹, salvarez@ipn.mx²

³Escuela Superior de Computo, IPN, Av. Juan de Dios Bátiz s/n esquina Miguel Othón de Mendizabal. Unidad Profesional "Adolfo López Mateos", Col. Lindavista C.P. 07738, México, D. F. Teléfono 57296000 ext. 46188, ccarreto@ipn.mx

A continuación, en la sección 2 se exhiben los antecedentes para concebir el modelo planteado; en la 3, se explica la propuesta; mientras que en la 4, se presenta el diseño del modelo. Finalmente, en la sección 5 se muestran las conclusiones de la propuesta y se establecen ideas para trabajos a futuro.

2. Antecedentes.

Redes Ubicuas.

La definición de tecnologías ubicuas fue introducida por Mark Weiser [3,4], describiéndolas como entornos rodeados de computadoras y redes de comunicaciones inalámbricas, que se encuentran en interacción con los seres humanos. El nuevo paradigma de la tecnología de la información, -bajo este entorno-, se ha dado en llamar *redes ubicuas*.

La palabra *ubicuo* define la cualidad de “existir en cualquier lugar simultáneamente”. Las redes ubicuas permitirán a los usuarios acceder a Internet desde cualquier sitio, en cualquier momento.

Este nuevo paradigma se está imponiendo poco a poco en nuestra sociedad, y la educación, como colectivo habitual en el uso de nuevas tecnologías, es una de las primeras en utilizarlo cotidianamente. Esta investigación y desarrollo se centra en dar soluciones aplicadas a los entornos educativos bajo este nuevo paradigma de comunicación. Las redes ubicuas son, por tanto, el último eslabón en la secuencia de crecimiento de los entornos distribuidos.

Las redes ubicuas necesitan un mecanismo para permitir a los usuarios tener acceso seguro y transparente a los recursos de la red. Para solventar estos problemas se necesita una nueva generación de infraestructuras, incluidas aquellas para la autenticación y la autorización (AAI), para la gestión de atributos de certificados (AC), así como nuevos mecanismos para delegación y revocación de privilegios.

Todo apunta a que la próxima etapa de las comunicaciones “ininterrumpidas” será el surgimiento de nuevas tecnologías y redes ubicuas, las cuales, explotarán el entorno digital.

Tipos de servicios.

El surgimiento de la tecnología Internet, ha dado lugar a que se generen diferentes servicios para un mejor manejo de la red:

- *Servicio Web.* Conjunto de aplicaciones o de tecnologías con capacidad para interoperar en la Web.
- *Servicio Móvil.* Acompaña al usuario sin importar cuál sea su localización en la red
- *Servicio Interactivo.* Es aquél que ofrece un conjunto de funcionalidades de interés para el usuario con las que puede “interaccionar” sin retardos significativos para su percepción de la calidad, por medio de experiencias interactivas. De aquí, surge el término “experiencia interactiva”, siendo aquella en la que el usuario desarrolla una acción de forma libre con una o varias personas en tiempo real.
- *Servicio Distribuido.* Se define como una colección de computadores autónomos conectados por una red y equipados con el software distribuido adecuado, para que el sistema sea visto por los usuarios como una única entidad capaz de proporcionar facilidades de computación.
- *Servicio Colaborativo.* Basados en computadoras que soportan grupos de personas involucradas en una tarea común (u objetivo) y que proveen una interfaz a un ambiente compartido [5].
- *Servicio Federado.* Se encuentra disponible en una zona, una región o un dominio determinado. Los servicios no federados, están limitados a un dominio en específico y pueden ser accedidos desde cualquier parte de la red.

A continuación, en la tabla 1, se desarrollará una comparativa entre los diversos tipos de servicios existentes, con la finalidad de presentar de forma resumida sus características en cuanto a seguridad, escalabilidad, movilidad, conectividad, adaptabilidad, flexibilidad, disponibilidad y transparencia.

Entenderemos estos conceptos como:

- *Seguridad:* son los mecanismos de identificación y autenticación implementados para evitar el uso no autorizado de recursos.
- *Escalabilidad:* habilidad para extender el margen de operaciones sin perder calidad, o bien, manejar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida, o bien, para estar preparado para hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos.
- *Movilidad:* permite recibir la información que se necesite sin importar el lugar donde se encuentre el usuario; cualquier elemento de interacción del sistema puede estar en cualquier lugar.
- *Conectividad:* permite extender el alcance de una aplicación para que sea accesible desde diversos dispositivos o medios; admite establecer una conexión fiable en cualquier lugar y bajo cualquier infraestructura.
- *Adaptabilidad:* contempla la convivencia e inclusión de nuevas y futuras tecnologías o infraestructuras.

- *Flexibilidad*: permite dar una respuesta ágil y eficiente a los servicios.
- *Disponibilidad*: referencia al hecho de que un usuario autorizado pueda acceder a la información y/o a los servicios en el momento que lo requiera.
- *Transparencia*: habilidad mediante la cual el mecanismo para invocar servicios permanece igual, independientemente de si el servicio reside en una máquina local o en una máquina remota.

Tabla 1. Comparativa de diferentes servicios existentes.

Tipo de servicio	Características							
	Seguridad	Escalabilidad	Movilidad	Conectividad	Adaptabilidad	Flexibilidad	Disponibilidad	Transparencia
Web	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	X
Móvil	X	✓	✓	✓	✓	✓ X	✓	X
Interactivo	X	X	✓ X	✓	X	X	X	X
Distribuidos	✓	✓	X	X	✓ X	✓	✓	✓
Colaborativos	✓	✓	✓ X	✓	X	✓	✓ X	✓
Federados	✓	✓	X	X	X	X	X	✓

Dónde:

- ✓ = sí cuenta con esa característica.
- X = no cuenta con la característica.
- ✓ X = cumple con la característica bajo ciertas condiciones.

Tipos de dominios.

Las redes, o infraestructuras de telecomunicaciones, proporcionan la capacidad y los elementos necesarios para mantener a distancia un intercambio de información y/o una comunicación, ya sea ésta en forma de voz, datos, vídeo o una mezcla de los anteriores.

Surge entonces el concepto *Domino de Red*. Un dominio es un área limitada en la cual, concurren servicios de cómputo. Existen diferentes formas de clasificar a los dominios. A continuación, se describen dado el grado de movilidad que tienen:

1. *Dominios fijos*: en esta estructura, los usuarios y los terminales están permanentemente fijos, conectados físicamente a las redes mediante un cable o mediante espectro radioeléctrico, pero sin poder desplazarse de ubicación (ver Fig. 1).



Fig. 1. Estructura de un dominio fijo.

2. *Dominios móviles*: la Fig. 2 muestra un dominio como éste. En él, los accesos de la red están fijos y los usuarios están en movimiento dentro de las zonas de cobertura de la red; los terminales proporcionan a la red las señales que permiten su seguimiento e identificación.



Fig. 2. Estructura de un dominio móvil.

3. *Dominios distribuidos*: al igual que en un dominio móvil, el usuario no guarda una posición fija dentro de la zona de cobertura. Aquí, los accesos a la red también son móviles, por lo que la zona de cobertura de la red es igualmente móvil. Este tipo de arquitectura también es conocida como dominio virtual, debido a que uno puede acceder a determinada zona de cobertura sin estar precisamente en ella (ver Fig. 3).



Fig. 3. Estructura de un dominio distribuido.

Redes educativas: una estrategia para mejorar la educación.

En la actualidad, las redes educativas son un mecanismo mediante el cual, se van gestando alianzas y se generan espacios de intercambio entre personas e instituciones de distintos lugares del mundo, con objetivos claros y comunes.

Las redes educativas van tomando gran fuerza sumando miembros y sobre todo, generando nuevos espacios y formas de ver la realidad que vivimos; todo ello, enriquecido con el aporte de experiencias y políticas aplicadas en otros países.

Compartir otras visiones abre nuevas posibilidades para la diversidad de situaciones que vivimos en el país; tener nuevas oportunidades, es un aporte al crecimiento y al desarrollo [6].

En esta perspectiva, las redes están contribuyendo enormemente a mejorar la calidad educativa, generando un punto de encuentro, de diálogo, de interaprendizaje, de apoyo solidario, de crecimiento personal y colectivo, de intercambio de conocimientos y experiencias educativas; vale decir, una empresa del aprendizaje [7].

Una vez consideradas las diversas tecnologías abordadas, el objetivo principal, -para este trabajo-, es desarrollar un modelo, el cual, tendrá como finalidad ofrecer al usuario de un entorno educativo, el acceso a la información y/o a los servicios de los diversos dominios de trabajo, de forma rápida, segura, transparente, desde cualquier lugar y en cualquier momento, brindando al usuario confort dentro del entorno educativo (ver Fig. 4). Dentro del modelo que se propone en el presente artículo, concebimos el concepto *Inteligencia de dominios* que propone extender la definición original de dominio.

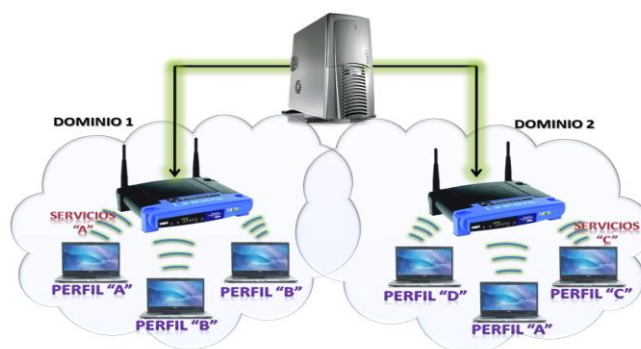


Fig. 4. Estructura del modelo propuesto.

3. Modelo propuesto.

En la Fig. 5, se muestra el modelo propuesto que ofrece servicios y/o información a la comunidad del entorno educativo.



Fig. 5. Modelo propuesto.

De forma general, la arquitectura del modelo propuesto funciona de la siguiente manera:

1. Un dispositivo móvil, al entrar al área de cobertura inalámbrica que ofrece un *router* (que llamaremos dominio), automáticamente se podrá conectar al medio y tener los servicios normales que ofrece el dominio. Para llevar a cabo este proceso, el *router* identificará el dispositivo que desea conectarse al dominio y le asignará una IP.

2. Una vez que el *router* ha proporcionado conexión al dispositivo móvil, enviará al servidor central un mensaje, indicándole que un dispositivo nuevo se ha conectado; de igual forma, con ayuda de la tabla ARP del propio *router*, le indicará al servidor la IP y la dirección MAC que tiene este dispositivo.

3. El servidor, apoyándose en bases de datos que él mismo contiene y en la información que obtiene del *router*, es el encargado de llevar a cabo la identificación del usuario. Una vez definido el perfil del usuario, el servidor autoriza a la red que se le proporcionen las aplicaciones, a las cuales, tiene derecho dada su ubicación actual.

4. Como puede verse, el usuario, -dado el perfil al que pertenezca-, tendrá acceso a una serie de aplicaciones; sin embargo, las aplicaciones que únicamente coincidan con la ubicación actual del usuario, serán las que se proporcionen. Es decir, si el usuario está en un dominio 1, ese usuario recibirá las aplicaciones correspondientes al dominio 1; mientras que si el usuario está en un dominio 2, el usuario recibirá las aplicaciones del dominio 2.

5. La manera en que se presentan al usuario las diversas aplicaciones a las cuales tiene derecho, es a través de una página Web que se le desplegará al usuario automáticamente, una vez que el servidor autorice las aplicaciones al dispositivo en cuestión.

Como se puede observar, los usuarios que estén dentro del dominio de interés, se tienen que identificar para poder acceder a los servicios. Esto permite que el control de acceso se realice por medio de la autoridad de registro del sistema, dándonos un control bien definido de las personas que entran en él. Asimismo, se sabrá cuál es su nivel de acceso y cuáles serán las responsabilidades que tendrán en el sistema.

4. Diseño del modelo de administración de servicios.

El modelo propuesto de la Fig. 5 está constituido de cuatro módulos, los cuales, se presentan en la Fig. 6. Éstos son:

- Módulo de análisis de red.
- Módulo de validación.
- Módulo de aplicaciones.
- Módulo de prestación de servicios.

Módulo de análisis de red.

Este módulo es el encargado de hacer que el dispositivo móvil del usuario detecte la red inalámbrica existente en el área y tenga la posibilidad de incorporarse a la red o dominio del entorno educativo. Para ello, existirá un dispositivo de interconexión que será el encargado de permitir el acceso a la red y por ende, a los servicios que en ésta se ofrezcan. El dispositivo de interconexión es el punto de acceso del dispositivo móvil de usuario y del dominio.

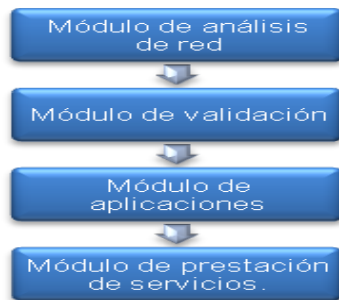


Fig. 6. Módulos del modelo propuesto.

Conexión del dispositivo móvil y de la red por primera vez: el punto de acceso de la red educativa transmite periódicamente su identificador de conjunto de servicio (SSID), luego, el equipo móvil de usuario escucha el SSID del punto de acceso y lo retransmite para lograr una asociación, para que finalmente, el dispositivo móvil realice una petición al servidor DHCP para que le proporcione la información necesaria para conectarse a la red. Cuando es un dispositivo móvil que previamente ha tenido acceso a la red, la asociación entre éstos, así como la petición al servidor DHCP, se hace de manera automática. El servidor DHCP envía al dispositivo móvil la configuración de red para usuario, que incluye la dirección IP, la dirección del *Gateway* y las direcciones de los servidores DNS.

Una vez que se lleva a cabo la asociación entre el dispositivo móvil y la red, el Servidor DHCP actualiza su tabla de usuarios (tabla ARP), la cual, contiene la asociación de la dirección IP con la dirección MAC de cada uno de los dispositivos móviles de los usuarios que estén conectados.

La tabla ARP del servidor DHCP es enviada al Servidor para que éste, a través de su base de datos de usuarios registrados, inicie el proceso de validación de usuario (módulo de validación).

Módulo de validación.

La seguridad es un aspecto fundamental en todo sistema de comunicaciones, y dado que este modelo tiene como uno de sus objetivos el proporcionar información y/o servicios a todos los usuarios del entorno educativo, no significa que cualquier usuario pueda tener acceso a cualquier información, sino que el acceso a los servicios debe ser controlado individualmente en función del tipo de privilegios con que cuenta el usuario.

Este módulo realiza la validación de usuarios por medio de un identificador (dirección MAC del dispositivo), verificando así, que el usuario ya registrado sea quien intente conectarse al dominio educativo y acceda a los servicios. De ser positiva la identificación del usuario, el servidor procede a continuar con el módulo de aplicaciones para consultar el perfil del usuario, con el fin de saber cuáles son los servicios disponibles para él; mientras que si es una identificación negativa, el servidor ofrece un servicio limitado, lo que abre la posibilidad a visitantes del entorno educativo.

Módulo de aplicaciones.

Este módulo lleva a cabo la administración de aplicaciones y/o de servicios con los que cuenta cada usuario. Este módulo presenta dependencia en relación con el módulo de identificación, ya que para poder establecer la administración de los servicios con los que cuenta el usuario, requiere previamente su autenticación.

Para este módulo de aplicaciones, existen dos condiciones o mecanismos para la toma de decisión:

- Perfil
- Dominio de acceso.

Para el caso del perfil, reconociendo la clase de perfil con el que cuenta el usuario que accede a la red, será el tipo de privilegios a los cuales tendrá acceso. Ejemplos de tipos de perfiles son:

- Estudiante.
- Profesor.
- Administrativo.
- Visitante.

Las aplicaciones que se ofrecen a los usuarios dependen del perfil que éstos tengan dentro de la base de datos de usuarios registrados en el sistema, por lo que estudiantes, profesores, personal administrativo y visitantes, tendrán servicios y/o aplicaciones acorde a sus necesidades.

Otro factor importante para definir las aplicaciones a las cuales tendrán acceso los usuarios, dependerá de la localización en que se encuentren los mismos dentro del *campus*, para otorgarles el tipo de información que recibirán. Por ejemplo: si están en la biblioteca, recibirán servicios acorde a ese dominio como lo es la

consulta del catálogo de libros y de revistas; mientras que si se encuentran en el área de aulas, recibirán servicios como lo es la consulta de horarios de los grupos.

Una vez que el servidor de autenticación haya considerado las dos condiciones, enviará al dispositivo del usuario una interfaz HTML con la relación de las aplicaciones y/o de los servicios a los cuales tiene acceso.

Módulo de prestación de servicios.

En este módulo, el usuario selecciona uno de sus servicios disponibles. La conexión con los servicios se hace mediante una arquitectura Cliente-Servidor, la cual consiste básicamente en un cliente que realiza peticiones a un servidor y éste le da respuesta.

El usuario podrá seleccionar de su lista de servicios disponibles el que necesite cuando así lo requiera. Una vez seleccionada la aplicación se establece una conexión entre el usuario y el servidor. Éste último, procesa el servicio y envía una respuesta al usuario a través de una interfaz gráfica por medio de su dispositivo móvil. Cuando el usuario no requiera más este servicio bastará con finalizar la conexión para regresar al inicio, donde nuevamente podrá observar servicios disponibles.

La implantación de este modelo tiene como una de sus finalidades hacer que el usuario tenga una interacción lo más sencilla, transparente y ubicua que se pueda con el entorno educativo. Esta interacción se da en cada uno de los módulos que componen a dicho modelo.

5. Conclusiones y trabajo a futuro.

Las redes móviles son cada día más comunes en las instituciones educativas. En nuestros días, se ha vuelto un objetivo conseguir un cómputo ubicuo que asegure una total interactividad en todo momento y en todo lugar; por consiguiente, este proyecto está enfocado a acercarnos a dichos objetivos, pretendiendo así, desarrollar un entorno capaz de ofrecer los servicios requeridos para usuarios específicos de la manera más transparente posible.

Actualmente, el modelo se encuentra en fase de desarrollo; sin embargo, se considera que es una propuesta viable debido a que proporcionará confort a los usuarios del sistema del entorno educativo, en base a la movilidad con la que se les permitirá actuar y a la disponibilidad de servicios.

El aprendizaje y el conocimiento son parte esencial en toda organización y comunidad; y al hablar de comunidad, es necesario que el conocimiento se distribuya y se aplique, de otra forma, se volvería inútil. Tomando esta filosofía, el modelo tiene como meta: *brindar información de forma rápida, segura y eficiente.*

En lo que respecta a trabajos futuros, se pretende realizar la implantación del modelo de administración de servicios propuesto en un ambiente educativo real.

Una vez que se verifique la funcionalidad esperada, este modelo bien podría ser útil para el desarrollo de sistemas similares en ambientes diferentes al educativo, por ejemplo: en la medicina (hospitales) y en entornos culturales (museos, teatros, etc.).

Agradecimientos: Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional, en particular a la ESIME, ESCOM, CIC, SIP, COFAA, el apoyo para la realización de este trabajo.

6. REFERENCIAS.

- [1] Reyes Cano, José. (2003). Extraído el 19 de abril de 2011 desde <http://www.grc.upv.es/Software/bluepeer/Documentacion/Jos%C3%A9%20Cano%20Reyes%20-%20PFC.pdf>
- [2] Carreto Chadwick, Menchaca Rolando. (2004). *Arquitectura de Colaboración mediante dispositivos Móviles Aplicada a la Administración del Conocimiento*. Artículo de Investigación. Universidad de Colima, México.
- [3] Weiser, Mark. (1993). *Ubiquitous computing: origins, current research, and the future*. Eximio Simposio de Lectura. Universidad de British Columbia, Vancouver, Canada.
- [4] Weiser, Mark. (2006). *Ubiquitous computing: Intel Architecture Labs*. Hillsboro, OR.
- [5] Muñoz Duarte, Miguel Ángel. *Cómputo colaborativo consciente del contexto*. Tesis de Maestría, CICESE
- [6] Centro Nacional de Investigaciones Sociales y Educativas (CENAISE). Extraído el 8 de enero de 2011 desde <http://www.cenaise.org.ec/redes/redes.html>
- [7] Kay, Alan. (1991). *Computers, Networks, and Education*. Revista Scientific American, 138-148.
- [8] Rajendran, V., Obrazcka, K., y García Luna, Aceves J.J. (2006). *Energy-Efficient, Collision-Free Medium Access Control for Wireless Sensor Networks*. Diario Wireless Networks, Vol. 12, No. 1.
- [9] Akyildiz, Ian F. (2002). *A Survey on Sensor Networks*. Revista IEEE Communications.
- [10] Parsa, C., García Luna, Aceves J.J. (2000). *Improving TCP Performance over Wireless Networks at The Link Layer*. Diario ACM Mobile Networks and Applications, Special Issue on Mobile Data Networks: Advanced Technologies and Services, Vol. 5, No. 1, 2000, 57-71.

MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS EN RED PARA AMBIENTES EDUCATIVOS.

Marco Antonio Hernández Pérez¹, Salvador Álvarez Ballesteros², Chadwick Carreto Arellano³

Resumen.

En el presente trabajo se aborda el estado del arte del concepto “dominio en red”, así como la evolución que ha tenido. Se aborda el término de “Computo en nube” (*iCloud*) y de los diferentes tipos de servicios existentes. Posteriormente, se presenta una propuesta de diseño para implementar un modelo de administración de servicios en red para ambientes educativos, utilizando como base los conceptos antes escritos y el aspecto de inteligencia de dominios.

Palabras clave: cómputo en nube, dominio, dominio inteligente, redes ubicuas.

Summary.

This work engages the art's state of the paradigm “net domain”, as well as its evolution through the time. It discusses about “iCloud” and the different types of existing services. Secondly, we present a design proposal to implement a management model for web learning services environment using intelligence domains.

Keys words: cloud computing, domain, intelligent domain, ubiquitous network.

1. Introducción.

La necesidad de obtener información especializada en forma rápida, segura, eficiente y a un bajo costo, es una realidad inherente dentro y fuera de un ambiente laboral y educativo. Es por esta causa, -entre otras-, que se han desarrollado aplicaciones para móviles que ayuden a satisfacer este requerimiento.

Hoy en día, es perfectamente normal hablar de redes en las que conviven dispositivos que no están totalmente conectados a Internet, tales como: teléfonos móviles, PDA's (*Personal Digital Assistant*), sistemas de navegación para vehículos, consolas de videojuegos, televisión digital; en definitiva, toda una clase de dispositivos heterogéneos. Las tendencias actuales en investigación indican que todos estos dispositivos se conectarán en muy pocos años, a redes con ancho de banda muy superior a lo actual. Al mismo tiempo, estas redes tendrán acceso multi-modal (IPv6, xDSL, CATV, Wi-Fi, fibra óptica), con lo cual, se multiplicará la conectividad de los dispositivos [1].

En la actualidad, no existen muchas aplicaciones conocidas que, además de cumplir el requisito de proporcionar información, cuenten con un mecanismo de identificación automático, así como con una jerarquización de privilegios de la información. De esta manera, si un profesor llega al aula de clase de un respectivo grupo, la red móvil existente, automáticamente lo identificará y en breve, se cargarán en su dispositivo móvil todos los privilegios a los cuales tiene acceso, como son: materiales de apoyo para la clase, listas de los alumnos, horario de clase, etc.

Dado lo anterior, se vuelve importante la creación de un medio o método que nos permita tener acceso a información de manera eficiente, fácil y rápida; disponible en cualquier momento y lugar y que además, proporcione la ventaja de que la información obtenida sea útil y veraz. De esta forma, se apoyará al proceso educativo más allá de un aula y de un libro [2].

Por esta razón, en el presente trabajo, se propone un modelo de administración de servicios en red, el cual, permitirá que se distribuyan los servicios en una red de acuerdo a los perfiles y a los espacios o “Dominios” de aplicación de los mismos.

A continuación, en la sección 2 se exhiben los antecedentes para concebir el modelo planteado; en la 3, se explica la propuesta; mientras que en la 4, se presenta el diseño del modelo. Finalmente, en la sección 5 se muestran las conclusiones de la propuesta y se establecen ideas para trabajos a futuro.

^{1,2}Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, IPN, Unidad Profesional "Adolfo López Mateos", Zacatenco, Del. Gustavo A. Madero, C.P. 07738, México D.F., Teléfono: 57296000 Ext. 54755 Y 54756, mark_antony_001@yahoo.com.mx¹, salvarez@ipn.mx²

³Escuela Superior de Cómputo, IPN, Av. Juan de Dios Bátiz s/n esquina Miguel Othón de Mendizabal. Unidad Profesional "Adolfo López Mateos", Col. Lindavista C.P. 07738, México, D. F. Teléfono: 57296000 Ext. 52021, ccarreto@ipn.mx

2. Antecedentes.

Redes Ubicuas.

La definición de tecnologías ubicuas fue introducida por Mark Weiser [3, 4], describiéndolas como entornos rodeados de computadoras y redes de comunicaciones inalámbricas, que se encuentran en interacción con los seres humanos. El nuevo paradigma de la tecnología de la información, -bajo este entorno-, se ha dado en llamar *redes ubicuas*.

La palabra *ubicuo* define la cualidad de “existir en cualquier lugar simultáneamente”. Las redes ubicuas permitirán a los usuarios acceder a Internet desde cualquier sitio, en cualquier momento.

Este nuevo paradigma se está imponiendo poco a poco en nuestra sociedad, y la educación, como colectivo habitual en el uso de nuevas tecnologías, es una de las primeras en utilizarlo cotidianamente. Esta investigación y desarrollo se centra en dar soluciones aplicadas a los entornos educativos bajo este nuevo paradigma de comunicación. Las redes ubicuas son, por tanto, el último eslabón en la secuencia de crecimiento de los entornos distribuidos.

Las redes ubicuas necesitan un mecanismo para permitir a los usuarios tener acceso seguro y transparente a los recursos de la red. Para solventar estos problemas se necesita una nueva generación de infraestructuras, incluidas aquellas para la autenticación y la autorización (AAI), para la gestión de atributos de certificados (AC), así como nuevos mecanismos para delegación y revocación de privilegios.

Todo apunta a que la próxima etapa de las comunicaciones “ininterrumpidas” será el surgimiento de nuevas tecnologías y redes ubicuas, las cuales, explotarán el entorno digital.

Tipos de servicios.

El surgimiento de la tecnología Internet, ha dado lugar a que se generen diferentes servicios para un mejor manejo de la red:

- *Servicio Web.* Conjunto de aplicaciones o de tecnologías con capacidad para interoperar en la Web.
- *Servicio Móvil.* Acompaña al usuario sin importar cuál sea su localización en la red
- *Servicio Interactivo.* Es aquél que ofrece un conjunto de funcionalidades de interés para el usuario con las que puede “interaccionar” sin retardos significativos para su percepción de la calidad, por medio de experiencias interactivas. De aquí, surge el término “experiencia interactiva”, siendo aquella en la que el usuario desarrolla una acción de forma libre con una o varias personas en tiempo real.
- *Servicio Distribuido.* Se define como una colección de computadores autónomos conectados por una red y equipados con el software distribuido adecuado, para que el sistema sea visto por los usuarios como una única entidad capaz de proporcionar facilidades de computación.
- *Servicio Colaborativo.* Basados en computadoras que soportan grupos de personas involucradas en una tarea común (u objetivo) y que proveen una interfaz a un ambiente compartido [5].
- *Servicio Federado.* Se encuentra disponible en una zona, una región o un dominio determinado. Los servicios no federados, están limitados a un dominio en específico y pueden ser accesados desde cualquier parte de la red.

A continuación, en la tabla 1, se desarrollará una comparativa entre los diversos tipos de servicios existentes, con la finalidad de presentar de forma resumida sus características en cuanto a seguridad, escalabilidad, movilidad, conectividad, adaptabilidad, flexibilidad, disponibilidad y transparencia.

Entenderemos estos conceptos como:

- *Seguridad:* son los mecanismos de identificación y autenticación implementados para evitar el uso no autorizado de recursos.
- *Escalabilidad:* habilidad para extender el margen de operaciones sin perder calidad, o bien, manejar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida, o bien, para estar preparado para hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos.
- *Movilidad:* permite recibir la información que se necesite sin importar el lugar donde se encuentre el usuario; cualquier elemento de interacción del sistema puede estar en cualquier lugar.
- *Conectividad:* permite extender el alcance de una aplicación para que sea accesible desde diversos dispositivos o medios; admite establecer una conexión fiable en cualquier lugar y bajo cualquier infraestructura.
- *Adaptabilidad:* contempla la convivencia e inclusión de nuevas y futuras tecnologías o infraestructuras.
- *Flexibilidad:* permite dar una respuesta ágil y eficiente a los servicios.
- *Disponibilidad:* referencia al hecho de que un usuario autorizado pueda acceder a la información y/o a los servicios en el momento que lo requiera.
- *Transparencia:* habilidad mediante la cual el mecanismo para invocar servicios permanece igual, independientemente de si el servicio reside en una máquina local o en una máquina remota.

Tabla 1. Comparativa de diferentes servicios existentes.

Tipo de servicio	Características							
	Seguridad	Escalabilidad	Movilidad	Conectividad	Adaptabilidad	Flexibilidad	Disponibilidad	Transparencia
Web	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	X
Móvil	X	✓	✓	✓	✓	✓X	✓	X
Interactivo	X	X	✓X	✓	X	X	X	X
Distribuidos	✓	✓	X	X	✓X	✓	✓	✓
Colaborativos	✓	✓	✓X	✓	X	✓	✓X	✓
Federados	✓	✓	X	X	X	X	X	✓

Dónde:

- ✓ = sí cuenta con esa característica.
- X = no cuenta con la característica.
- ✓ X = cumple con la característica bajo ciertas condiciones.

Cómputo en Nube.

Actualmente, especialistas alrededor del mundo han aprovechado diversas potencialidades que proporciona Internet para sustituir algunas de las estructuras físicas que antes eran necesarias para realizar el trabajo en una computadora. A este fenómeno se le ha denominado *computación en nube (cloudcomputing)*.

El término *cloudcomputing*, en palabras de Kevin Marks, de Google, “viene de los primeros días de Internet en los que los desarrolladores de aplicaciones Web dibujaban la red como una nube que almacena información temporalmente. Hoy, la nube, también procesa información. En realidad, la “nube” corresponde a gigantes dispositivos de almacenamiento de información del tamaño de edificios completos, que son propiedad de firmas informáticas.

El término *cómputo en nube* se encuentra en las primeras etapas de desarrollo. Por ello, han surgido una serie de iniciativas para estandarizar términos y definiciones al respecto, siendo el NIST (*National Institute of Standards and Technology*) y la CSA (*Cloud Security Alliance*), dos de los organismos que se han establecido como referentes en la industria.

Modelos de servicio en nube. En el documento de la CSA se define un “Modelo SPI”: 1) *Software*: el usuario usa aplicaciones en la nube, pero no tiene control de su infraestructura (e-mail). 2) *Plataforma*: el cliente desarrolla sus propias aplicaciones en la nube, pero sigue sin tener control sobre la infraestructura. 3) *Infraestructura*: proveedor suministra a sus clientes infraestructura básica de TI (servidores virtuales).

Modelos de despliegue en nube. La manera en la que el proveedor hace disponibles los servicios de nube, da origen a cuatro modelos de despliegue en la nube: 1) *Nube pública*: servicios a disposición de cualquiera. 2) *Nube privada*: servicios exclusivos para una organización. 3) *Nube comunitaria*: un grupo la comparte. 4) *Nube híbrida*: combinación de dos o más anteriores.

iCloud: Nombre aplicado por la empresa Apple. El servicio *iCloud*, es un disco duro “invisible” que guarda archivos en la Web. La nube de Apple, además, permite guardar la sincronización o transferencia de archivos de alguna computadora a algún dispositivo móvil como una *iPad*, un *iPhone* o un *iPod Touch*. Cuando se entra a *iCloud*, automáticamente se otorgan 5GB de libre almacenamiento.

Tipos de dominios.

Las redes, o infraestructuras de telecomunicaciones, proporcionan la capacidad y los elementos necesarios para mantener a distancia un intercambio de información y/o una comunicación, ya sea ésta en forma de voz, datos, vídeo o una mezcla de los anteriores.

Surge entonces el concepto *Domino de Red*. Un dominio es un área limitada en la cual, concurren servicios de cómputo. Existen diferentes formas de clasificar a los dominios. A continuación, se describen dado el grado de movilidad que tienen:

1. *Dominios fijos*: en esta estructura, los usuarios y los terminales están permanentemente fijos, conectados físicamente a las redes mediante un cable o mediante espectro radioeléctrico, pero sin poder desplazarse de ubicación (ver Fig. 1).



Fig. 1. Estructura de un dominio fijo.

2. *Dominios móviles:* la Fig. 2 muestra un dominio como éste. En él, los accesos de la red están fijos y los usuarios están en movimiento dentro de las zonas de cobertura de la red; los terminales proporcionan a la red las señales que permiten su seguimiento e identificación.



Fig. 2. Estructura de un dominio móvil.

3. *Dominios distribuidos:* al igual que en un dominio móvil, el usuario no guarda una posición fija dentro de la zona de cobertura. Aquí, los accesos a la red también son móviles, por lo que la zona de cobertura de la red es igualmente móvil. Este tipo de arquitectura también es conocida como dominio virtual, debido a que uno puede acceder a determinada zona de cobertura sin estar precisamente en ella (ver Fig. 3).



Fig. 3. Estructura de un dominio distribuido.

Redes educativas: una estrategia para mejorar la educación.

En la actualidad, las redes educativas son un mecanismo mediante el cual, se van gestando alianzas y se generan espacios de intercambio entre personas e instituciones de distintos lugares del mundo, con objetivos claros y comunes.

Las redes educativas van tomando gran fuerza sumando miembros y sobre todo, generando nuevos espacios y formas de ver la realidad que vivimos; todo ello, enriquecido con el aporte de experiencias y políticas aplicadas en otros países.

Compartir otras visiones abre nuevas posibilidades para la diversidad de situaciones que vivimos en el país; tener nuevas oportunidades, es un aporte al crecimiento y al desarrollo [6].

En esta perspectiva, las redes están contribuyendo enormemente a mejorar la calidad educativa, generando un punto de encuentro, de diálogo, de interaprendizaje, de apoyo solidario, de crecimiento personal y colectivo, de intercambio de conocimientos y experiencias educativas; vale decir, una empresa del aprendizaje [7, 8].

Una vez consideradas las diversas tecnologías abordadas, el objetivo principal, -para este trabajo-, es desarrollar un modelo, el cual, tendrá como finalidad ofrecer al usuario de un entorno educativo, el acceso a la información y/o a los servicios de los diversos dominios de trabajo, de forma rápida, segura, transparente, desde cualquier lugar y en cualquier momento, brindando al usuario confort dentro del entorno educativo (ver Fig. 4). Dentro del modelo que se propone en el presente artículo, concebimos el concepto *Inteligencia de dominios* que propone extender la definición original de dominio.

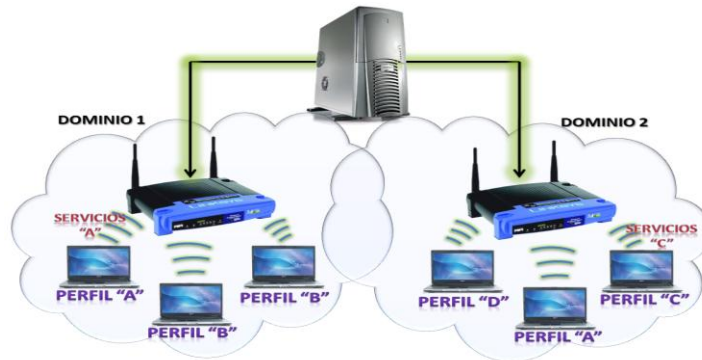


Fig. 4. Estructura del modelo propuesto.

3. Modelo propuesto.

En la Fig. 5, se muestra el modelo propuesto que ofrece servicios y/o información a la comunidad del entorno educativo.



Fig. 5. Modelo propuesto.

De forma general, la arquitectura del modelo propuesto funciona de la siguiente manera:

1. Un dispositivo móvil, al entrar al área de cobertura inalámbrica que ofrece un *router* (que llamaremos dominio), automáticamente se podrá conectar al medio y tener los servicios normales que ofrece el dominio. Para llevar a cabo este proceso, el *router* identificará el dispositivo que desea conectarse al dominio y le asignará una IP.
2. Una vez que el *router* ha proporcionado conexión al dispositivo móvil, enviará al servidor central un mensaje, indicándole que un dispositivo nuevo se ha conectado; de igual forma, con ayuda de la tabla ARP del propio *router*, le indicará al servidor la IP y la dirección MAC que tiene este dispositivo.
3. El servidor, apoyándose en bases de datos que él mismo contiene y en la información que obtiene del *router*, es el encargado de llevar a cabo la identificación del usuario. Una vez definido el perfil del usuario, el servidor autoriza a la red que se le proporcionen las aplicaciones, a las cuales, tiene derecho dada su ubicación actual.
4. Como puede verse, el usuario, -dado el perfil al que pertenezca-, tendrá acceso a una serie de aplicaciones; sin embargo, las aplicaciones que únicamente coincidan con la ubicación actual del usuario, serán las que se proporcionen. Es decir, si el usuario está en un dominio 1, ese usuario recibirá las aplicaciones correspondientes al dominio 1; mientras que si el usuario está en un dominio 2, el usuario recibirá las aplicaciones del dominio 2.

5. La manera en que se presentan al usuario las diversas aplicaciones a las cuales tiene derecho, es a través de una página Web que se le desplegará al usuario automáticamente, una vez que el servidor autorice las aplicaciones al dispositivo en cuestión.

Como se puede observar, los usuarios que estén dentro del dominio de interés, se tienen que identificar para poder acceder a los servicios. Esto permite que el control de acceso se realice por medio de la autoridad de registro del sistema, dándonos un control bien definido de las personas que entran en él. Asimismo, se sabrá cuál es su nivel de acceso y cuáles serán las responsabilidades que tendrán en el sistema.

4. Diseño del modelo de administración de servicios.

El modelo propuesto de la Fig. 5 está constituido de cuatro módulos, los cuales, se presentan en la Fig. 6. Éstos son:

- Módulo de análisis de red.
- Módulo de validación.
- Módulo de aplicaciones.
- Módulo de prestación de servicios.



Fig. 6. Módulos del modelo propuesto.

Módulo de análisis de red.

Este módulo es el encargado de hacer que el dispositivo móvil del usuario detecte la red inalámbrica existente en el área y tenga la posibilidad de incorporarse a la red o dominio del entorno educativo. Para ello, existirá un dispositivo de interconexión que será el encargado de permitir el acceso a la red y por ende, a los servicios que en ésta se ofrezcan. El dispositivo de interconexión es el punto de acceso del dispositivo móvil de usuario y del dominio.

Conexión del dispositivo móvil y de la red por primera vez: el punto de acceso de la red educativa transmite periódicamente su identificador de conjunto de servicio (SSID), luego, el equipo móvil de usuario escucha el SSID del punto de acceso y lo retransmite para lograr una asociación, para que finalmente, el dispositivo móvil realice una petición al servidor DHCP para que le proporcione la información necesaria para conectarse a la red. Cuando es un dispositivo móvil que previamente ha tenido acceso a la red, la asociación entre éstos, así como la petición al servidor DHCP, se hace de manera automática. El servidor DHCP envía al dispositivo móvil la configuración de red para usuario, que incluye la dirección IP, la dirección del *Gateway* y las direcciones de los servidores DNS.

Una vez que se lleva a cabo la asociación entre el dispositivo móvil y la red, el Servidor DHCP actualiza su tabla de usuarios (tabla ARP), la cual, contiene la asociación de la dirección IP con la dirección MAC de cada uno de los dispositivos móviles de los usuarios que estén conectados.

La tabla ARP del servidor DHCP es enviada al Servidor para que éste, a través de su base de datos de usuarios registrados, inicie el proceso de validación de usuario (módulo de validación).

Módulo de validación.

La seguridad es un aspecto fundamental en todo sistema de comunicaciones, y dado que este modelo tiene como uno de sus objetivos el proporcionar información y/o servicios a todos los usuarios del entorno educativo, no significa que cualquier usuario pueda tener acceso a cualquier información, sino que el acceso a los servicios debe ser controlado individualmente en función del tipo de privilegios con que cuenta el usuario.

Este módulo realiza la validación de usuarios por medio de un identificador (dirección MAC del dispositivo), verificando así, que el usuario ya registrado sea quien intente conectarse al dominio educativo y acceda a los servicios. De ser positiva la identificación del usuario, el servidor procede a continuar con el módulo de aplicaciones para consultar el perfil del usuario, con el fin de saber cuáles son los servicios disponibles para él; mientras que si es una identificación negativa, el servidor ofrece un servicio limitado, lo que abre la posibilidad a visitantes del entorno educativo.

Módulo de aplicaciones.

Este módulo lleva a cabo la administración de aplicaciones y/o de servicios con los que cuenta cada usuario. Este módulo presenta dependencia en relación con el módulo de identificación, ya que para poder establecer la administración de los servicios con los que cuenta el usuario, requiere previamente su autenticación.

Para este módulo de aplicaciones, existen dos condiciones o mecanismos para la toma de decisión:

- Perfil
- Dominio de acceso.

Para el caso del perfil, reconociendo la clase de perfil con el que cuenta el usuario que accede a la red, será el tipo de privilegios a los cuales tendrá acceso. Ejemplos de tipos de perfiles son:

- ✓ Estudiante.
- ✓ Profesor.
- ✓ Administrativo.
- ✓ Visitante.

Las aplicaciones que se ofrecen a los usuarios dependen del perfil que éstos tengan dentro de la base de datos de usuarios registrados en el sistema, por lo que estudiantes, profesores, personal administrativo y visitantes, tendrán servicios y/o aplicaciones acorde a sus necesidades (ver Fig. 7).

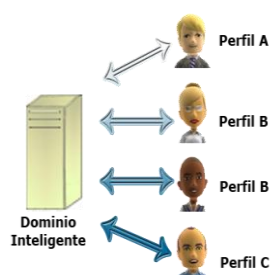


Fig. 7. Toma de decisión por medio del perfil del usuario.

Otro factor importante para definir las aplicaciones a las cuales tendrán acceso los usuarios, dependerá de la localización en que se encuentren los mismos dentro del *campus*, para otorgarles el tipo de información que recibirán. Por ejemplo: si están en la biblioteca, recibirán servicios acorde a ese dominio como lo es la consulta del catálogo de libros y de revistas; mientras que si se encuentran en el área de aulas, recibirán servicios como lo es la consulta de horarios de los grupos.

Una vez que el servidor de autenticación haya considerado las dos condiciones, enviará al dispositivo del usuario una interfaz HTML con la relación de las aplicaciones y/o de los servicios a los cuales tiene acceso.

Módulo de prestación de servicios.

En este módulo, el usuario selecciona uno de sus servicios disponibles. La conexión con los servicios se hace mediante una arquitectura Cliente-Servidor, la cual consiste básicamente en un cliente que realiza peticiones a un servidor y éste le da respuesta.

El usuario podrá seleccionar de su lista de servicios disponibles el que necesite cuando así lo requiera. Una vez seleccionada la aplicación se establece una conexión entre el usuario y el servidor. Éste último, procesa el servicio y envía una respuesta al usuario a través de una interfaz gráfica por medio de su dispositivo móvil. Cuando el usuario no requiera más este servicio bastará con finalizar la conexión para regresar al inicio, donde nuevamente podrá observar servicios disponibles.

La implantación de este modelo tiene como una de sus finalidades hacer que el usuario tenga una interacción lo más sencilla, transparente y ubicua que se pueda con el entorno educativo. Esta interacción se da en cada uno de los módulos que componen a dicho modelo.

5. Conclusiones y trabajo a futuro.

Las redes móviles son cada día más comunes en las instituciones educativas. En nuestros días, se ha vuelto un objetivo conseguir un cómputo ubicuo que asegure una total interactividad en todo momento y en todo lugar; por consiguiente, este proyecto está enfocado a acercarnos a dichos objetivos, pretendiendo así, desarrollar un entorno capaz de ofrecer los servicios requeridos para usuarios específicos de la manera más transparente posible.

Actualmente, el modelo se encuentra en fase de desarrollo; sin embargo, se considera que es una propuesta viable debido a que proporcionará confort a los usuarios del sistema del entorno educativo, en base a la movilidad con la que se les permitirá actuar y a la disponibilidad de servicios.

El aprendizaje y el conocimiento son parte esencial en toda organización y comunidad; y al hablar de comunidad, es necesario que el conocimiento se distribuya y se aplique, de otra forma, se volvería inútil. Tomando esta filosofía, el modelo tiene como meta: *brindar información de forma rápida, segura y eficiente*.

En lo que respecta a trabajos futuros, se pretende realizar la implantación del modelo de administración de servicios propuesto en un ambiente educativo real.

Una vez que se verifique la funcionalidad esperada, este modelo bien podría ser útil para el desarrollo de sistemas similares en ambientes diferentes al educativo, por ejemplo: en la medicina (hospitales) y en entornos culturales (museos, teatros, etc.).

Agradecimientos: Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional, en particular a la ESIME, ESCOM, CECyT No. 1 “Gonzalo Vázquez Vela”, CIC, SIP, COFAA, el apoyo para la realización de este trabajo.

6. REFERENCIAS.

- [1] Reyes Cano, José. Universidad Politécnica de Valencia. (2003). Extraído el 19 de abril de 2011 desde <http://www.grc.upv.es/Software/bluepeer/Documentacion/José%20Cano%20Reyes%20-%20PFC.pdf>
- [2] Carreto Chadwick, Menchaca Rolando. (2004). *Arquitectura de Colaboración mediante dispositivos Móviles Aplicada a la Administración del Conocimiento*. Artículo de Investigación. Universidad de Colima, México.
- [3] Weiser, Mark. (1993). *Ubiquitous computing: origins, current research, and the future*. Eximio Simposio de Lectura. Universidad de British Columbia, Vancouver, Canada.
- [4] Weiser, Mark. (2006). *Ubiquitous computing: Intel Architecture Labs*. Hillsboro, OR.
- [5] Muñoz Duarte, Miguel Ángel. *Cómputo colaborativo consciente del contexto*. Tesis de Maestría, CICESE
- [6] Centro Nacional de Investigaciones Sociales y Educativas (CENAISE). Extraído el 8 de enero de 2011 desde <http://www.cenaise.org.ec/redes/redes.html>
- [7] Silvana, X. (2007). Extraído el 8 de enero de 2011 desde <http://ojosyoidos-santa.blogspot.com/2007/03/bienvenidos.html>
- [8] Kay, Alan. (1991). *Computers, Networks, and Education*. Revista Scientific American, 138-148.
- [9] Rajendran, V., Obrazcka, K., y García Luna, Aceves J.J. (2006). *Energy-Efficient, Collision-Free Medium Access Control for Wireless Sensor Networks*. Diario Wireless Networks, Vol. 12, No. 1.
- [10] Akyildiz, Ian F. (2002). *A Survey on Sensor Networks*. Revista IEEE Communications.
- [11] Parsa, C., García Luna, Aceves J.J. (2000). *Improving TCP Performance over Wireless Networks at The Link Layer*. Diario ACM Mobile Networks and Applications, Special Issue on Mobile Data Networks: Advanced Technologies and Services, Vol. 5, No. 1, 2000, 57-71.

Propuesta de un Modelo de Administración de Servicios en Red para Ambientes Educativos.

Temática: Ciencias Exactas y su aplicación en el desarrollo

Subtema: Computación y desarrollo

Ing. Marco Antonio Hernández Pérez¹, M. en C. Chadwick Carreto Arrellano² y
Dr. Salvador Álvarez Ballesteros³

^{1,3}*Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ESIME del IPN,*

²*Escuela Superior de Cómputo, ESCOM del IPN*

E-mail: mark_antony_001@yahoo.com.mx¹, salvarez@ipn.mx², ccarreto@ipn.mx³

Resumen.

La necesidad de obtener información especializada en forma rápida, segura, eficiente y a un bajo costo, es una realidad inherente dentro y fuera de un ambiente laboral y educativo. El anhelo de cubrir este requerimiento, ha llevado a desarrollar dispositivos móviles que alberguen el futuro del aprendizaje y de la comunicación. Sin embargo, actualmente, no existen muchas aplicaciones conocidas que, además de cumplir el requisito de proporcionar información, cuenten con mecanismos de identificación automático y jerarquización de privilegios de la información.

Dado lo anterior, se vuelve importante la creación de medios que nos permita tener acceso a información alcanzable y veraz, en todo momento y lugar.

¡Imaginemos cambiar el ambiente educativo por medio de estos dispositivos móviles! Así, si un profesor llega al aula de clase, la red móvil automáticamente lo identificará y en breve, se cargarán en su dispositivo móvil todos los privilegios a los cuales tiene acceso: listas de alumnos, horario de clase, etc.

El presente trabajo, aborda la propuesta de un modelo de administración de servicios en red para ambientes educativos, basado en conceptos de domino en red, computo ubicuo y tipos de servicios, en donde los usuarios tendrán la capacidad de acceder a diferentes servicios y/o aplicaciones presentes en el entorno de forma transparente, en cualquier momento y lugar, mediante diferentes dispositivos móviles, de acuerdo a su perfil de usuario y a la localización que tengan dentro del campus. De esta forma, se apoyará al proceso educativo más allá de un aula y de un libro.

Abstract.

The need to get special information in a quick, safe, and efficient way, -and at low cost-, is an inherent reality in and out of working and educational environments. In order to meet this requirement, we have developed mobile devices that harbor the learning and communication's future. However, nowadays, there're not many known apps that, in addition to provide information, have automatic identification mechanisms and an information privileges prioritization.

According above, it issue becomes important to create the medium that allows us access to affordable and accurate information at anytime, at anywhere.

¡Just imagine change the educational environment through these mobile devices! Thus, if a teacher arrives at classroom, automatically the mobile network will identify him and shortly, it will be uploaded to his mobile device all the privileges he must have: students' lists, schedules, etc.

This work comes up with a proposal of a model of administration for education environments in network, based on concepts as network domains, ubiquitous computing and services, where users will be able to access to different services and applications, all of them located into the environment in a clear way (at anytime, at anywhere) through several mobile devices, according a user profile and the location on campus. In this way, we want support the educational process, behind a classroom and a book.

1. Antecedentes

Redes ubicuas

La definición de tecnologías ubicuas fue introducida por Mark Weiser, [1, 2] describiéndolas como entornos rodeados de computadoras y redes de comunicaciones inalámbricas, en interacción con los seres humanos. El nuevo paradigma de la tecnología de la información bajo este entorno se ha dado en llamar redes ubicuas.

La palabra “Ubicuo” define la cualidad de “existir en cualquier lugar simultáneamente”. Las redes ubicuas permitirán a los usuarios acceder a Internet desde cualquier sitio y en cualquier momento.

Este nuevo paradigma se está imponiendo poco a poco en nuestra sociedad, y la educación, como colectivo habitual en el uso de nuevas tecnologías, es una de las primeras en utilizarlo en el uso diario. Esta investigación y desarrollo se centra en dar soluciones aplicadas a los entornos educativos en este nuevo paradigma de comunicación. Las redes ubicuas son, por tanto, el último eslabón en la secuencia de crecimiento de los entornos distribuidos.

Las redes ubicuas necesitan un mecanismo para permitir a los usuarios tener acceso seguro y transparente a los recursos de la red. Para solventar estos problemas se necesita una nueva generación de infraestructuras, incluidas aquéllas para la autenticación y autorización (AAI), gestión de atributos de certificados (AC) y nuevos mecanismos para delegación y revocación de privilegios.

Todo apunta a que la próxima etapa de las comunicaciones “ininterrumpidas” será el surgimiento de nuevas tecnologías y redes ubicuas, las cuales explotarán el entorno digital.

Tipos de servicios

El surgimiento de la tecnología Internet, ha dado lugar a que se generen diferentes servicios para un mejor manejo de la red [3].

- ❖ *Servicio Web.* Conjunto de aplicaciones o de tecnologías con capacidad para interoperar en la Internet [4].
- ❖ *Servicio Móvil.* Acompaña al usuario sin importar cuál sea su localización en la red
- ❖ *Servicio interactivo.* Es aquél que ofrece un conjunto de funcionalidades de interés para el usuario con las que puede “interaccionar” sin retardos significativos para su percepción de la calidad por medio de experiencias interactivas. De aquí, surge el término “experiencia interactiva”, siendo aquélla en la que el usuario desarrolla una acción de forma libre con una o varias personas en tiempo real.
- ❖ *Servicio distribuido.* Se define como una colección de computadores autónomos conectados por una red, y con el software distribuido adecuado para que el sistema sea visto por los usuarios como una única entidad capaz de proporcionar facilidades de computación.
- ❖ *Servicio colaborativo.* Basados en computadoras que soportan grupos de personas involucradas en una tarea común (u objetivo) y que proveen una interfaz a un ambiente compartido.
- ❖ *Servicio federado.* Se encuentra disponible en una zona, región o dominio determinado. Los servicios no federados, están limitados a un dominio en específico y pueden ser accesados desde cualquier parte de la red.

Tipos de dominios

Las redes o infraestructuras de telecomunicaciones proporcionan la capacidad y los elementos necesarios para mantener a distancia un intercambio de información y/o una comunicación, ya sea ésta en forma de voz, datos, vídeo o una mezcla de los anteriores.

Un dominio es un área limitada en la cual existen servicios de cómputo. Existen diferentes formas de clasificar a los dominios. A continuación se describen dado el grado de movilidad que tienen:

- ♣ *Dominios fijos:* en esta estructura, los usuarios y los terminales están permanentemente fijos, conectados físicamente a las redes mediante un cable o mediante espectro radioeléctrico, pero sin poder desplazarse de ubicación (figura 1).



Figura 1. Estructura de un dominio fijo.

- ♣ *Dominios móviles:* la figura 2 muestra un dominio como éste. En él los accesos de la red están fijos y los usuarios están en movimiento dentro de las zonas de cobertura de la red; los terminales proporcionan a la red las señales que permiten su seguimiento e identificación.



Figura 2. Estructura de un dominio móvil.

- ♣ *Dominios distribuidos:* al igual que en un dominio móvil, el usuario no guarda una posición fija dentro de la zona de cobertura. Aquí, los accesos a la red también son móviles, por lo que la zona de cobertura de la red es igualmente móvil. Este tipo de arquitectura también es conocida como dominio virtual, debido a que uno puede acceder a determinada zona de cobertura sin estar precisamente en ella (figura 3).



Figura 3. Estructura de un dominio distribuido.

Redes Educativas: una estrategia para mejorar la educación.

En la actualidad, las redes educativas son un mecanismo mediante el cual, se van gestando alianzas y se generan espacios de intercambio entre personas e instituciones de distintos lugares del mundo, con objetivos claros y comunes.

Las redes educativas van tomando gran fuerza sumando miembros y sobre todo, generando nuevos espacios y formas de ver la realidad que vivimos; todo ello, enriquecido con el aporte de experiencias y políticas aplicadas en otros países (ver figura 4).

Compartir otras visiones abre nuevas posibilidades para la diversidad de situaciones que vivimos en el país; y tener nuevas oportunidades, es un aporte al crecimiento y desarrollo [5].

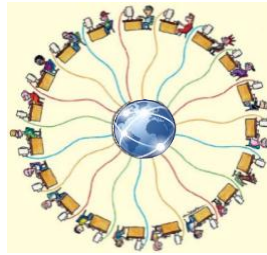


Figura 4. Red Educativa.

En esta perspectiva, las redes están contribuyendo enormemente a mejorar la calidad educativa, generando un punto de encuentro, de diálogo, de interaprendizaje, de apoyo solidario, de crecimiento personal y colectivo, de intercambio de conocimientos y experiencias educativas; vale decir, una empresa del aprendizaje [6].

Una vez consideradas las diversas tecnologías abordadas, el objetivo principal que se busca en este trabajo es desarrollar un modelo, el cual tendrá como finalidad ofrecer al usuario de un entorno educativo el acceso a la información y/o a los servicios de los diversos dominios de trabajo, de forma rápida, segura, transparente, desde cualquier lugar y en cualquier momento, brindando al usuario confort dentro del entorno educativo (ver figura 5).

A continuación, en la sección 2, se explica la propuesta mientras que en la 3, se expone el diseño del modelo; en la sección 4, se presentan las pruebas realizadas el modelo. Finalmente, en la sección 5, se muestran las conclusiones de la propuesta y se establecen ideas para trabajos a futuro.

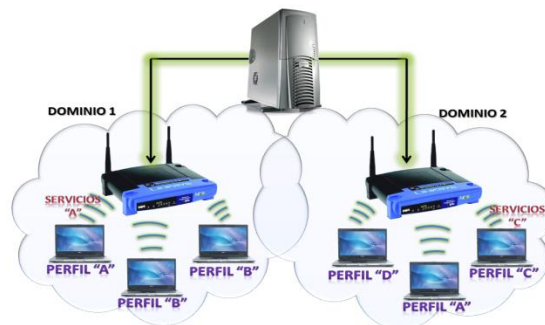


Figura 5. Estructura del modelo propuesto.

2. Modelo propuesto

Considerando la estructura del modelo propuesto en la figura 5, en la figura 6 se muestra el modelo propuesto que ofrece servicios y/o información a la comunidad del entorno educativo.



Figura 6. Modelo propuesto.

De forma general, la arquitectura del modelo propuesto funciona de la siguiente manera:

1. Un dispositivo móvil, al estar en el área de cobertura inalámbrica que ofrece un *Access Point* (que llamaremos también dominio), podrá detectar esta conexión de red y hacer la petición para conectarse.
2. En el momento en que el dispositivo móvil hace la petición de conexión a la red, se le pide al usuario que ingrese su nombre de usuario y contraseña. Esta información, al igual que la dirección IP del Access Point (AP) por donde el usuario quiere ingresar a la red, se envía al servidor de autenticación.
3. El servidor de autenticación es el encargado de verificar que tanto el nombre de usuario como la contraseña coincidan con un usuario registrado en su base de datos.
4. Si la información proporcionada por el usuario es incorrecta, éste no tendrá acceso a la red; mientras que si la autenticación es correcta, se le asignará una dirección IP al dispositivo del usuario y podrá acceder al dominio.
5. La localización del usuario dentro de la red es obtenida mediante la información enviada al servidor durante la petición de acceso a la red (paso 2).
6. Una vez que el usuario se ha conectado a la red y se conoce la localización de éste en la red, el servidor web es el encargado de asignar los servicios y/o aplicaciones a los cuales tendrá acceso el usuario.
7. La presentación de las aplicaciones y/o servicios se realiza en el momento en que el usuario abre el navegador web de su dispositivo móvil.
8. Como puede verse, el usuario, -dado el perfil al que pertenezca-, tendrá acceso a una serie de aplicaciones; sin embargo, las aplicaciones que únicamente coincidan con la ubicación actual del usuario, serán las que se proporcionen. Es decir, si el usuario está en un dominio 1, ese usuario recibirá las aplicaciones correspondientes al dominio 1; mientras que si el usuario está en un dominio 2, el usuario recibirá las aplicaciones del dominio 2.

Como se observa, los usuarios que estén dentro del dominio de interés, se tienen que identificar para poder acceder a los servicios. Ésto permite que el control de acceso se realice por medio de la autoridad de registro del sistema, dándonos un control bien definido de las personas que entran en él. Asimismo, se sabrá cuál es su nivel de acceso y cuáles serán las responsabilidades que tendrán en el sistema.

3. Diseño del modelo.

El modelo propuesto de la figura 6 está constituido de cuatro módulos, los cuales, se presentan en la figura 7. Éstos son:

- Módulo de análisis de red.
- Módulo de validación.
- Módulo de aplicaciones.
- Módulo de prestación de servicios.

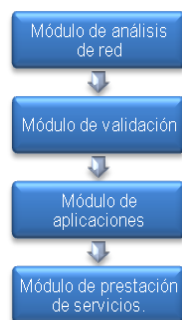


Figura 7. Módulos del modelo propuesto.

Módulo de análisis de red.

Este módulo es el encargado de hacer que el dispositivo móvil del usuario pueda detectar la red inalámbrica existente en el área y tenga la posibilidad de incorporarse a la red o dominio del entorno educativo. Para ello, existirá un dispositivo de interconexión que será el encargado de permitir el acceso a la red y por ende, a los servicios que en ésta se ofrezcan. El dispositivo de interconexión es el Access Point (punto de acceso) del dominio.

Módulo de validación.

La seguridad es un aspecto fundamental en todo sistema de comunicaciones, y dado que este modelo tiene como uno de sus objetivos el proporcionar información y/o servicios a todos los usuarios del entorno educativo, no significa que cualquier usuario pueda tener acceso a cualquier información, sino que el acceso a los servicios debe ser controlado individualmente, en función del tipo de privilegios con que cuenta el usuario.

Este módulo realiza la validación de usuarios por medio de una autenticación básica (ingreso de nombre de usuario y contraseña), verificando así, que el usuario ya registrado sea quien intente conectarse al dominio educativo y acceda a los servicios. De ser positiva la validación del usuario, el servidor procede a continuar con el módulo de aplicaciones para consultar el perfil del usuario y su ubicación dentro de la red, con el fin de saber cuáles son los servicios disponibles para él; mientras que si se obtiene como resultado una validación negativa, se niega el acceso a la red del entorno educativo.

Módulo de aplicaciones.

Este módulo lleva a cabo la administración de aplicaciones y/o de servicios con los que cuenta cada usuario. Este módulo presenta dependencia en relación con el módulo de validación, ya que para poder establecer la administración de los servicios con los que cuenta el usuario, requiere previamente su autenticación.

Para este módulo de aplicaciones, existen dos condiciones o mecanismos para la toma de decisión:

- Perfil
- Dominio de acceso.

Para el caso del perfil, reconociendo la clase de perfil con el que cuenta el usuario que accede a la red, será el tipo de privilegios a los cuales tendrá acceso (figura 8). Ejemplos de tipos de perfiles son:

- Estudiante.
- Profesor.
- Personal administrativo.

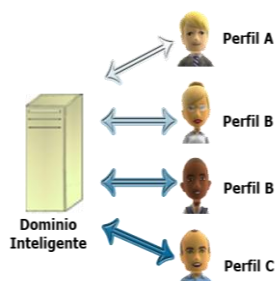


Fig. 8. Toma de decisión por medio del perfil del usuario.

Las aplicaciones que se ofrecen a los usuarios dependen del perfil que éstos tengan dentro de la base de datos de usuarios registrados en el sistema, por lo que estudiantes, profesores y personal administrativo tendrán servicios y/o aplicaciones acorde a sus necesidades.

Otro factor importante para definir las aplicaciones a las cuales tendrán acceso los usuarios, dependerá de la localización en que se encuentren los mismos dentro del *campus*, para otorgarles el tipo de información que recibirán. Por ejemplo: si están en la biblioteca, recibirán servicios acorde a ese dominio como lo es la consulta del catálogo de libros y de revistas; mientras que si se encuentran en el área de aulas, recibirán servicios como lo es la consulta de horarios de los grupos.

Una vez que el servidor web haya considerado las dos condiciones, enviará al dispositivo del usuario una interfaz HTML con la relación de las aplicaciones y/o de los servicios a los cuales tiene acceso.

Módulo de prestación de servicios.

En este módulo, el usuario selecciona uno de sus servicios disponibles. La conexión con los servicios se hace mediante una arquitectura Cliente-Servidor, la cual consiste, básicamente, en un cliente que realiza peticiones a un servidor y éste le da respuesta.

El usuario podrá seleccionar de su lista de servicios disponibles el que necesite cuando así lo requiera. Una vez seleccionada la aplicación, se establece una conexión entre el usuario y el servidor. Éste último, procesa el servicio y envía una respuesta al usuario a través de una interfaz gráfica por medio de su dispositivo móvil. Cuando el usuario no requiera más este servicio, bastará con finalizar la conexión para regresar al inicio, donde nuevamente podrá observar los servicios disponibles.

La implantación de este modelo tiene como una de sus finalidades hacer que el usuario tenga una interacción lo más sencilla, transparente y ubicua que se pueda con el entorno educativo. Esta interacción se da en cada uno de los módulos que componen a dicho modelo.

4. Pruebas de implementación.

La arquitectura planteada, actualmente se encuentra en fase de pruebas, verificando que el modelo sea funcional para una posterior implementación en un entorno educativo. La red de prueba se encuentra instalada en la ESCOM del IPN y está conformada por:

- Un servidor web.
- Un servidor de autenticación. (S.O. Ubuntu).
- 3 Routers marca Linksys modelo WRT54G con firmware DD-WRT

Las pruebas se han realizado a diferentes dispositivos móviles, tales como: laptop, iPad 2, notebook, tab, iPhone, minilaptop y celulares con conexión a internet.

Para la realización de pruebas, se ha efectuado:

1. Para el módulo de análisis de red, se han configurado los routers como Access Point (AP), con la finalidad de ser el dispositivo de enlace para conectarse a la red. Cada región de cobertura del AP simula ser un dominio diferente, por lo cual, tenemos 3 áreas diferentes: aulas, áreas administrativas y biblioteca.

2. En el módulo de validación, de acuerdo al estándar 802.1X, se ha implementado un Servidor de Autenticación, que es el encargado de verificar la autenticidad del usuario que se conecta a la red (figura 9).

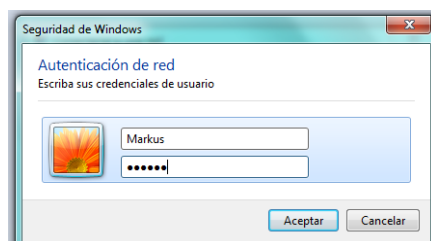


Figura 9. Autenticación del usuario.

En este módulo, el Servidor de Autenticación es implementado mediante un Servidor RADIUS para proporcionar mecanismos de identificación y obtención de la dirección IP del Access Point que proporcionó el acceso a la red al dispositivo del usuario.

3. Para el caso del módulo de aplicaciones, se ha realizado programación HTML, PHP y MySQL para ofrecer al usuario las aplicaciones más convenientes de acuerdo a su perfil de identificación y a la localización dentro de la red (dominio). Esta asignación de servicios y/o aplicaciones son hechas a través del servidor web (figura 10).



Figura 10. Presentación de los servicios.

4. Para el módulo de prestación de servicios, se ha probado la conexión del sistema con los diferentes repositorios donde se encuentran la información y/o los servicios que el sistema ofrece, con la finalidad de asegurarnos que el uso de los servicios, será de una forma transparente para el usuario.

5. Conclusiones y trabajo futuro.

Las redes móviles son cada día más comunes en las instituciones educativas. En nuestros días, se ha vuelto un objetivo primordial conseguir un cómputo ubicuo que asegure una total interactividad en todo momento y en todo lugar; por consiguiente, este proyecto está enfocado a acercarnos a dicho objetivo, pretendiendo así, desarrollar un entorno capaz de ofrecer los servicios requeridos para usuarios específicos de la manera más transparente posible.

El aprendizaje y el conocimiento son parte esencial en toda organización y comunidad; y al hablar de comunidad, es necesario que el conocimiento se distribuya y se aplique, de otra forma, se volvería inútil. Tomando esta filosofía, el modelo tiene como meta: *brindar información de forma rápida, segura y eficiente*.

Actualmente, el modelo se encuentra en la última fase de pruebas; sin embargo, se considera que es una propuesta viable debido a que proporcionará *confort* a los usuarios del sistema del entorno educativo, en base a la movilidad con la que se les permitirá actuar y a la disponibilidad de la información y/o servicios.

En lo que respecta a trabajos futuros, se pretende realizar la implantación del modelo de administración de servicios propuesto en un ambiente educativo real.

Una vez que se verifique la funcionalidad esperada, este modelo bien podría ser útil para el desarrollo de sistemas similares en ambientes diferentes al educativo. Por ejemplo: en la medicina (hospitales) y en entornos culturales (museos, teatros, etc.).

Agradecimientos: Los autores agradecen al CONACYT y al Instituto Politécnico Nacional, en particular a la ESIME, ESCOM, CECyT No. 1, CIC, SIP, COFAA, el apoyo para la realización de este trabajo.

6. Referencias

- [1] Weiser, Mark. (1993). Ubiquitous computing: origins, current research, and the future. Eximio Simposio de Lectura. Universidad de British Columbia, Vancouver, Canadá.
- [2] Weiser, Mark. (2006). Ubiquitous computing: Intel Architecture Labs. Hillsboro, OR.
- [3] Breña Moral, Juan Antonio. (2001) ¿Qué son los Web Services? Extraído de: http://www.webtaller.com/maletin/articulos/que_son_web_services.php
- [4] World Wide Web Consortium, W3C. (2010). Guía Breve de Servicios Web. Extraído de: <http://www.w3c.es/divulgacion/guiasbreves/ServiciosWeb>
- [5] Centro Nacional de Investigaciones Sociales y Educativas (CENAISE). Redes Educativas. Extraído de: <http://www.cenaise.org.ec/redes/redes.html>
- [6] Silvana, X. (2007). Redes Educativas. Blog Ojos y Oídos. Extraído de: <http://ojosyoidos-santa.blogspot.com/2007/03/bienvenidos.html>
- [7] Reyes Cano, José. (2003). Diseño e implementación de una aplicación P2P en una red PAN con tecnología Bluetooth. Proyecto de fin de carrera no publicado, Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Informática. Valencia, España. Extraído de: <http://www.grc.upv.es/Software/bluepeer/Documentacion/Jos%C3%A9A9%20Cano%20Reyes%20-%20PFC.pdf>
- [8] Carreto Chadwick, Menchaca Rolando. (2004). *Arquitectura de Colaboración mediante dispositivos Móviles Aplicada a la Administración del Conocimiento*. Artículo de Investigación. Universidad de Colima, México.
- [9] Muñoz Duarte, Miguel Ángel. *Cómputo colaborativo consciente del contexto*. Tesis de Maestría, CICESE

Desarrollo de un Modelo de Administración de Servicios en Red para Ambientes Educativos.

Ing. Marco Antonio Hernández Pérez¹, M. en C. Chadwick Carreto Arrellano² y Dr. Salvador Álvarez Ballesteros³

^{1,3}Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ESIME del IPN,

²Escuela Superior de Cómputo, ESCOM del IPN

E-mail: mark_antony_001@yahoo.com.mx¹, salvarez@ipn.mx², ccarreto@ipn.mx³

Resumen.

En el presente trabajo se aborda el desarrollo de un modelo de administración de servicios en red para ambientes educativos, en donde los usuarios tendrán la capacidad de poder acceder a los diferentes servicios y/o aplicaciones presentes en el entorno de forma transparente, en cualquier momento y en cualquier lugar, mediante distintos dispositivos móviles de acuerdo a su perfil de usuario y a la localización que tengan estos dentro de la red.

1. Introducción.

En los últimos años, el avance tecnológico en los sistemas móviles y en las redes inalámbricas ha sido muy significativo. Estas tecnologías representan una base importante en los esquemas de desarrollo actuales, y el proporcionar servicios para estas tecnologías demuestra un desafío para las comunidades de desarrollo tecnológico, científico y de investigación.

La necesidad de obtener información especializada en forma rápida, segura, eficiente y a un bajo costo, es una realidad inherente dentro y fuera de un ambiente laboral y educativo. En la actualidad, no existen muchas aplicaciones conocidas que, además de cumplir el requisito de proporcionar información, cuenten con un mecanismo de identificación automático, así como con una jerarquización de privilegios de la información.

Es por esta causa, -entre otras-, que en el presente trabajo, se propone un modelo de administración de servicios en red, el cual, permitirá que se distribuyan los servicios en una red de acuerdo a los perfiles y a los espacios o "dominios" de aplicación de los mismos, dando de esta forma, un medio o método que nos permita tener acceso a información de manera eficiente,

fácil y rápida; disponible en cualquier momento y lugar y que además, proporcione la ventaja de que la información obtenida sea útil y veraz [1]. De esta forma, se apoyará al proceso educativo más allá de un aula y de un libro.

Antecedentes.

La informática se inició con programas monousuarios en grandes computadoras. Posteriormente, se atendió a diferentes usuarios, llegó la arquitectura cliente-servidor, se consiguió que cada aplicación residiera en computadoras distintas, arribó la era de las aplicaciones distribuidas; así, surgió la tecnología Internet, dando a lugar a que se generaran los siguientes tipos de servicios para un mejor manejo de la red: [2]

Servicios Web. Son el punto final a la cronología antes mencionada, los *web services* son un paso adelante en la computación, ya que de esta forma, un ordenador ya no se considera como un núcleo de cómputo, sino como un repositorio de servicios de "n" aplicaciones distribuidas por internet.

Los servicios web son la revolución informática de la nueva generación de aplicaciones que trabajan colaborativamente, en las cuales el software está distribuido en diferentes servidores; es decir, trabajan como un conjunto de aplicaciones o de tecnologías capaces de interoperar en la Web. [3]

Servicios Móviles. Las redes móviles poseen una característica muy particular: acompaña al usuario, permitiendo su localización en la red. El servicio móvil está siempre accesible, por lo que el usuario puede utilizarlo en cualquier momento. En base a esto surge el término "comunicaciones móviles", que describe cualquier enlace de radiocomunicación entre dos terminales, de los cuales, al menos uno está en movimiento.

Servicios interactivos. Es aquél que ofrece un conjunto de funcionalidades de interés para el usuario, con las que puede “interaccionar” sin retardos significativos, como fin de una percepción de la calidad por medio de experiencias interactivas. Una “experiencia interactiva” es aquélla en la que el usuario desarrolla una acción de forma libre con una o varias personas en tiempo real.

Servicios distribuidos. Se definen como una colección de servicios en computadores autónomos conectados por una red, y con el software distribuido adecuado para que el sistema sea visto por los usuarios como una única entidad capaz de proporcionar facilidades de computación. Son seis las características principales responsables de la utilidad de los sistemas distribuidos: compartición de recursos, apertura (openness), concurrencia, escalabilidad, tolerancia a fallos y transparencia.

Servicios colaborativos. Son sistemas basados en computadoras que soportan grupos de personas involucradas en una tarea común (u objetivo) y que proveen una interfaz a un ambiente compartido. Esto implica que el grupo de usuarios pueda coordinar actividades, solucionar problemas, editar documentos o diagramas, negociar, etc., usando tecnologías específicas generalmente basadas en servicios electrónicos de redes tales como: envío de e-mails, video-conferencia, chat, etc. [4]

Servicios federados y Servicios no federados. Los servicios federados también son conocidos como servicios espaciales; mientras que a los no federados se les denomina servicios dispersos. Una de las características que distingue a los servicios federados del resto de los mencionados es que éstos, sólo se encuentran disponibles en una zona, región o dominio determinado; es decir, si nosotros nos encontramos dentro de la zona de cobertura del espacio definido, tendremos acceso a estos servicios; mientras que si nos encontramos fuera del dominio, no podremos acceder a éstos. Por otro lado, los servicios no federados son los servicios que no están limitados a un dominio en específico y pueden ser accedidos desde cualquier parte de la red.

La definición de tecnologías ubicuas fue introducida por Mark Weiser, describiéndolas como entornos rodeados de computadoras y redes de comunicaciones inalámbricas, que se encuentran en interacción con los seres humanos. El nuevo paradigma de la tecnología de la información, -bajo este entorno-, se ha dado en llamar *redes ubicuas*.

La palabra *ubicuo* define la cualidad de *existir en cualquier lugar simultáneamente*. Las redes ubicuas permitirán a los usuarios acceder a Internet desde

cualquier sitio, en cualquier momento. La computación ubicua se basa en la capacidad de percepción del dispositivo; pretende construir dispositivos y sistemas altamente sensibles que detecten las acciones del usuario y los cambios del entorno, de igual forma que lo haría otra persona.

Una vez que un usuario entra en el entorno de acción o *dominio*, los dispositivos podrán actuar en consecuencia, adaptándose a las necesidades del usuario y brindándole servicios de acuerdo a sus requerimientos. Todo esto de forma totalmente transparente [1]. Por diferentes aspectos de la administración y seguridad de la información se ha tenido la necesidad de integrar y dividir las redes en diferentes topologías y distribuciones lógicas de administración con lo que se pretende una reestructuración en el acceso y servicios disponibles.

Mediante la división de una red en *dominios* (espacios limitados dentro de los cuales existe cierta conexión entre dispositivos) [5] se tendrá acceso a la información que sea de utilidad y que sólo tenga que ver con el personal y actividad que se lleva a cabo en tales dominios. Con este esquema de trabajo se pretende brindar de forma automática los diferentes servicios con que se disponga. [6, 7]

A continuación, en la sección 2, se expone la propuesta; en la 3, se presenta el diseño del modelo; mientras que en la 4, se explican las pruebas realizadas al modelo. Finalmente, en la sección 5, se muestran las conclusiones de la propuesta y se establecen ideas para trabajos a futuro.

2. Modelo propuesto.

En la figura 1, se muestra el modelo propuesto que ofrece servicios y/o información a la comunidad del entorno educativo.



Figura 1. Modelo propuesto.

De forma general, la arquitectura del modelo propuesto funciona de la siguiente manera:

1. Un dispositivo móvil, al estar en el área de cobertura inalámbrica que ofrece un *Access Point* (que llamaremos también dominio), podrá detectar esta conexión de red y hacer la petición para conectarse.

2. En el momento en que el dispositivo móvil hace la petición de conexión a la red, se le pide al usuario que ingrese su nombre de usuario y contraseña. Esta información, al igual que la dirección IP del Access Point (AP) por donde el usuario quiere ingresar a la red, se envía al servidor de autenticación.

3. El servidor de autenticación es el encargado de verificar que tanto el nombre de usuario como la contraseña coincidan con un usuario registrado en su base de datos.

4. Si la información proporcionada por el usuario es incorrecta, éste no tendrá acceso a la red; mientras que si la autenticación es correcta, se le asignará una dirección IP al dispositivo del usuario y podrá acceder al dominio.

5. La localización del usuario dentro de la red es obtenida mediante la información enviada al servidor durante la petición de acceso a la red (paso 2).

6. Una vez que el usuario se ha conectado a la red y se conoce la localización de éste en la red, el servidor web es el encargado de asignar los servicios y/o aplicaciones a los cuales tendrá acceso el usuario.

7. La presentación de las aplicaciones y/o servicios se realiza en el momento en que el usuario abre el navegador web de su dispositivo móvil.

8. Como puede verse, el usuario, -dado el perfil al que pertenezca-, tendrá acceso a una serie de aplicaciones; sin embargo, las aplicaciones que únicamente coincidan con la ubicación actual del usuario, serán las que se proporcionen. Es decir, si el usuario está en un dominio 1, ese usuario recibirá las aplicaciones correspondientes al dominio 1; mientras que si el usuario está en un dominio 2, el usuario recibirá las aplicaciones del dominio 2.

Como se puede observar, los usuarios que estén dentro del dominio de interés, se tienen que identificar para poder acceder a los servicios. Ésto permite que el control de acceso se realice por medio de la autoridad de registro del sistema, dándonos un control bien definido de las personas que entran en él. Asimismo, se sabrá cuál es su nivel de acceso y cuáles serán las responsabilidades que tendrán en el sistema.

3. Diseño del modelo.

El modelo propuesto de la figura 1 está constituido de cuatro módulos, los cuales, se presentan en la figura 2. Éstos son:

- Módulo de análisis de red.
- Módulo de validación.
- Módulo de aplicaciones.
- Módulo de prestación de servicios.



Figura 2. Módulos del modelo propuesto.

Módulo de análisis de red.

Este módulo es el encargado de hacer que el dispositivo móvil del usuario pueda detectar la red inalámbrica existente en el área y tenga la posibilidad de incorporarse a la red o dominio del entorno educativo. Para ello, existirá un dispositivo de interconexión que será el encargado de permitir el acceso a la red y por ende, a los servicios que en ésta se ofrezcan. El dispositivo de interconexión es el Access Point (punto de acceso) del dominio.

Módulo de validación.

La seguridad es un aspecto fundamental en todo sistema de comunicaciones, y dado que este modelo tiene como uno de sus objetivos el proporcionar información y/o servicios a todos los usuarios del entorno educativo, no significa que cualquier usuario pueda tener acceso a cualquier información, sino que el acceso a los servicios debe ser controlado individualmente, en función del tipo de privilegios con que cuente el usuario.

Este módulo realiza la validación de usuarios por medio de una autenticación básica (ingreso de nombre de usuario y contraseña), verificando así, que el usuario ya registrado sea quien intente conectarse al dominio educativo y acceda a los servicios. De ser positiva la validación del usuario, el servidor procede a continuar con el módulo de aplicaciones para consultar el perfil del usuario y su ubicación dentro de la red, con el fin de saber cuáles son los servicios disponibles para él; mientras que si se obtiene como resultado una validación negativa, se niega el acceso a la red del entorno educativo.

Módulo de aplicaciones.

Este módulo lleva a cabo la administración de aplicaciones y/o de servicios con los que cuenta cada usuario. Este módulo presenta dependencia en relación con el módulo de validación, ya que para poder establecer la administración de los servicios con los que cuenta el usuario, requiere previamente su autenticación.

Para este módulo de aplicaciones, existen dos condiciones o mecanismos para la toma de decisión:

- Perfil
- Dominio de acceso.

Para el caso del perfil, reconociendo la clase de perfil con el que cuenta el usuario que accede a la red, será el tipo de privilegios a los cuales tendrá acceso. Ejemplos de tipos de perfiles son:

- Estudiante.
- Profesor.
- Personal administrativo.

Las aplicaciones que se ofrecen a los usuarios dependen del perfil que éstos tengan dentro de la base de datos de usuarios registrados en el sistema, por lo que estudiantes, profesores y personal administrativo tendrán servicios y/o aplicaciones acorde a sus necesidades.

Otro factor importante para definir las aplicaciones a las cuales tendrán acceso los usuarios, dependerá de la localización en que se encuentren los mismos dentro del *campus*, para otorgarles el tipo de información que recibirán. Por ejemplo: si están en la biblioteca, recibirán servicios acorde a ese dominio como lo es la consulta del catálogo de libros y de revistas; mientras que si se encuentran en el área de aulas, recibirán servicios como lo es la consulta de horarios de los grupos.

Una vez que el servidor web haya considerado las dos condiciones, enviará al dispositivo del usuario una interfaz HTML con la relación de las aplicaciones y/o de los servicios a los cuales tiene acceso.

Módulo de prestación de servicios.

En este módulo, el usuario selecciona uno de sus servicios disponibles. La conexión con los servicios se hace mediante una arquitectura Cliente-Servidor, la cual consiste, básicamente, en un cliente que realiza peticiones a un servidor y éste le da respuesta.

El usuario podrá seleccionar de su lista de servicios disponibles el que necesite cuando así lo requiera. Una vez seleccionada la aplicación, se establece una conexión entre el usuario y el servidor. Éste último, procesa el servicio y envía una respuesta al usuario a

través de una interfaz gráfica por medio de su dispositivo móvil. Cuando el usuario no requiera más este servicio, bastará con finalizar la conexión para regresar al inicio, donde nuevamente podrá observar los servicios disponibles.

La implantación de este modelo tiene como una de sus finalidades hacer que el usuario tenga una interacción lo más sencilla, transparente y ubicua que se pueda con el entorno educativo. Esta interacción se da en cada uno de los módulos que componen a dicho modelo.

4. Pruebas de implementación.

La arquitectura planteada, actualmente se encuentra en fase de pruebas, verificando que el modelo sea funcional para una posterior implementación en un entorno educativo. La red de prueba se encuentra instalada en la ESCOM del IPN y está conformada por:

- Un servidor web.
- Un servidor de autenticación. (S.O. Ubuntu).
- 3 Routers marca Linksys modelo WRT54G Wi-Fi 802.11b/g

Las pruebas se han realizado a diferentes dispositivos móviles, tales como: laptop, iPad 2, notebook, tablet, iPhone y celulares con conexión a internet.

Para la realización de pruebas, se ha efectuado:

1. Para el módulo de análisis de red, se han configurado los routers como Access Point (AP), con la finalidad de ser el dispositivo de enlace para conectarse a la red. Cada región de cobertura del AP simula ser un dominio diferente, por lo cual, tenemos 3 áreas diferentes: aulas, áreas administrativas y biblioteca.

2. En el módulo de validación, de acuerdo al estándar 802.1X, se ha implementado un Servidor de Autenticación, que es el encargado de verificar la autenticidad del usuario que se conecta a la red (figura 3).

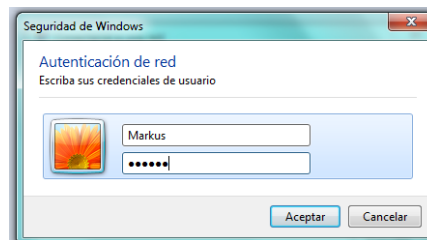


Figura 3. Autenticación del usuario.

En este módulo, el Servidor de Autenticación es implementado mediante un Servidor RADIUS para proporcionar mecanismos de identificación y obtención

de la dirección IP del Access Point que proporcionó el acceso a la red al dispositivo del usuario.

3. Para el caso del módulo de aplicaciones, se ha realizado programación HTML, PHP y MySQL para ofrecer al usuario las aplicaciones más convenientes de acuerdo a su perfil de identificación y a la localización dentro de la red (dominio). Esta asignación de servicios y/o aplicaciones son hechas a través del servidor web (figura 4).

Bienvenido: Marco Antonio Hernandez Perez
Sesion iniciada como: Markus
Perfil del Usuario: Administrador del Sistema
Localizacion Actual: Aulas
SERVICIOS Y/O APLICACIONES DISPONIBLES
www.google.com.mx

Figura 4. Presentación de los servicios.

4. Para el módulo de prestación de servicios, se ha probado la conexión del sistema con los diferentes repositorios donde se encuentran la información y/o los servicios que el sistema ofrece, con la finalidad de asegurarnos que el uso de los servicios, será de una forma transparente para el usuario.

5. Conclusiones y trabajo futuro.

Las redes móviles son cada día más comunes en las instituciones educativas. En nuestros días, se ha vuelto un objetivo primordial conseguir un cómputo ubicuo que asegure una total interactividad en todo momento y en todo lugar; por consiguiente, este proyecto está enfocado a acercarnos a dicho objetivo, pretendiendo así, desarrollar un entorno capaz de ofrecer los servicios requeridos para usuarios específicos de la manera más transparente posible.

El aprendizaje y el conocimiento son parte esencial en toda organización y comunidad; y al hablar de comunidad, es necesario que el conocimiento se distribuya y se aplique, de otra forma, se volvería inútil. Tomando esta filosofía, el modelo tiene como meta: *brindar información de forma rápida, segura y eficiente.*

Actualmente, el modelo se encuentra en fase de pruebas; sin embargo, se considera que es una propuesta viable debido a que proporcionará *confort* a los usuarios del sistema del entorno educativo, en base a la movilidad con la que se les permitirá actuar y a la disponibilidad de la información y/o servicios.

En lo que respecta a trabajos futuros, se pretende realizar la implantación del modelo de administración de servicios propuesto en un ambiente educativo real.

Una vez que se verifique la funcionalidad esperada, este modelo bien podría ser útil para el desarrollo de sistemas similares en ambientes diferentes al educativo. Por ejemplo: en la medicina (hospitales) y en entornos culturales (museos, teatros, etc.).

Agradecimientos: Los autores agradecen al CONACYT y al Instituto Politécnico Nacional, en particular a la ESIME, ESCOM, CECyT No. 1, CIC, SIP, COFAA, el apoyo para la realización de este trabajo.

6. Referencias.

- [1] Carreto Chadwick, Menchaca Rolando. (2004). *Arquitectura de Colaboración mediante dispositivos Móviles Aplicada a la Administración del Conocimiento*. Artículo de Investigación. Universidad de Colima, México.
- [2] Breña Moral, Juan Antonio. (2001) ¿Qué son los *Web Services*? Extraído el 14 de mayo de 2011 desde http://www.webtaller.com/maletin/articulos/que_son_web_services.php
- [3] World Wide Web Consortium, W3C. (2010). Guía Breve de Servicios Web. Extraído el 14 de mayo de 2011 desde <http://www.w3c.es/divulgacion/guiasbreves/ServiciosWeb>
- [4] Muñoz Duarte, Miguel Ángel. (2003). *Cómputo colaborativo consciente del contexto*. Tesis de Maestría, CICESE
- [5] Weiser, Mark. (2006). *Ubiquitous computing: Intel Architecture Labs*. Hillsboro, OR.
- [6] Parsa, C., García Luna, Aceves J.J. (2000). *Improving TCP Performance over Wireless Networks at The Link Layer*. Diario ACM Mobile Networks and Applications, Special Issue on Mobile Data Networks: Advanced Technologies and Services, Vol. 5, No. 1, 2000, 57-71.
- [7] Weiser, Mark. (1993). *Ubiquitous computing: origins, current research, and the future*. Eximio Simposio de Lectura. Universidad de British Columbia, Vancouver, Canadá

7. Curriculum vitae.

Marco Antonio Hernández Pérez es Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ESIME Unidad Zacatenco del IPN (2008). Ganador de las Preseas Lázaro Cárdenas y Amalia Solórzano de Cárdenas en 2008, así como ser reconocido por la ANFEI como el mejor egresado de la licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica de la ESIME (2008). Actualmente, es estudiante de la Maestría en Ciencias de Ingeniería de Telecomunicaciones en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME.

Chadwick Carreto Arellano es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Morelia, Michoacán (1998). Maestro en Ciencias Computacionales por el Centro de Investigación en Computación, CIC del IPN (2004). Candidato a Doctor en Ciencias por el Centro de Investigación en Computación del IPN (2008). Actualmente, Profesor – Colegiado de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Computación del IPN.

Salvador Álvarez Ballesteros es Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del IPN. Realizó sus estudios de posgrado en Ingeniería Eléctrica en el convenio UNESCO – IPN y en el CINVESTAV; de pedagogía, en el ICYTEG. Ha sido director de innumerables proyectos de investigación y autor de múltiples artículos relacionados con Ingeniería y con Educación. Actualmente, dirige el proyecto de investigación “Posgrado en educación en tecnología, cimentado en las TIC para un IPN moderno” y es profesor investigador en el área de Telecomunicaciones de la SEPI/ ESIME-Z del IPN.

Telecomunicación móvil 3G en México: oferta de servicios, competencia y regulación.

Ing. Marco Antonio Hernández Pérez¹, M. en C. Chadwick Carreto Arrellano² y Dr. Salvador Álvarez Ballesteros³

^{1,3}Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ESIME del IPN,

²Escuela Superior de Cómputo, ESCOM del IPN

E-mail: mark_antony_001@yahoo.com.mx¹, salvarez@ipn.mx², ccarreto@ipn.mx³

Resumen

En el mundo contemporáneo se ofrecen servicios de telecomunicaciones móviles de tercera y cuarta generación, en los cuales prometen nuevos servicios a altas velocidades debido a la banda ancha. Dichos servicios están cimentados en las tecnologías innovadoras estandarizadas por organismos normalizadores. México no escapa de esta oferta y en años recientes, el mercado de las telecomunicaciones ha mostrado una gran aceptación por la población. Sin embargo, entre los operadores se han presentado ciertos acontecimientos que están a la orden del día y que son tema central de discusión. En el presente artículo se muestra un panorama del estado actual de las telecomunicaciones de tercera y cuarta generación en México y los retos a los que se enfrenta el sector, así como el análisis de los servicios ofrecidos y las tendencias del mercado por las tecnologías utilizadas.

Introducción.

A la **tercera generación** de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil, es lo que se abrevia como 3G y la organización 3rd Generation Partnership Project (3GPP) ha continuado ese trabajo mediante la definición de un sistema móvil que cumple con dicho estándar. Este sistema se llama Universal Mobile Telecommunications System o servicio universal de telecomunicaciones móviles (UMTS) y la evolución del 3G funciona tanto en 3GPP como en 3GPP2, y a las especificaciones correspondientes a las evoluciones del 3GPP le llaman LTE y a la de 3GPP2 le llamaron UMB. Sin embargo, La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) definió las demandas de redes 3G con el estándar IMT-2000.

Los servicios asociados con 3G facilitan la posibilidad de transmitir tanto voz y datos como una llamada telefónica o una video-llamada así como datos y no-voz como la descarga de programas, intercambio de email, y mensajería, y desde hace unos años las

operadoras de telefonía móvil ofrecen servicios exclusivos de conexión a Internet.

En México existen básicamente 4 operadores principales de servicios móviles de telecomunicaciones: Telcel, Movistar, Iusacell y Nextel. Sin embargo Nextel hasta el momento no cuenta con servicios 3G, por lo que el análisis se enfoca principalmente a los otros tres operadores.

En México, la COFETEL es el organismo encargado de regular los aspectos de telecomunicaciones y está estructuralmente integrado por 5 comisionados (uno de ellos funge como Presidente) y entre los 5, debaten sobre los asuntos de su competencia y dictan resoluciones, las cuales deben ser acatadas por los concesionarios del espectro radioeléctrico.

La COFETEL, últimamente ha tenido bastante actividad de impacto en el mercado de la telefonía y banda ancha móvil. Entre estos servicios se han presentado temas de discusión, tales como: Las licitaciones 20 y 21, la banda de 71-81 GHz, procesos licitatorios en las bandas 700 MHz, 1.7 y 3.5 GHz, y sobre todo, los que han sido de mayor interés para los usuarios finales, los de Interconexión, modelo de costos, los de calidad en el servicio y por último la modernización de la Red Nacional de Monitoreo y la integración de un Consejo Consultivo [1].

Calidad de servicio.

Uno de los temas que más interesan al usuario del servicio, sin duda alguna es el aspecto de la calidad de servicio y al respecto hay que decir, que por parte de la COFETEL ha informado que se ha emitido y aprobado un nuevo Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil, para evaluar la Calidad de los servicios no sólo de voz, sino también de mensajes de texto (SMS) y datos.

Plan técnico fundamental de calidad del servicio local móvil.

El *nuevo plan* presenta deficiencias, debido a que la justificación para la creación del *nuevo plan* es que los operadores ofertan nuevos servicios de tercera generación, y el *plan anterior* solo contemplaba parámetros de calidad en servicio de voz, y no contemplaba parámetros de calidad en servicios de datos. Y el *nuevo plan* contempla 11 aspectos de calidad en voz, SMS y datos, pero únicamente contempla sanciones por incumplimiento en servicios de voz y SMS, lo que deja prácticamente la misma situación anterior, quizás con la ventaja de que por lo menos se sabrá que operador ofrece mejor calidad, aunque no sea sancionado por las posibles fallas que se pudieran presentar [3, 4].

Los aspectos de calidad que contempla el *nuevo plan* son [4]:

Para Telefonía:

1. Proporción de intentos de llamada fallidos.
2. Proporción de llamadas interrumpidas.
3. Tiempo de establecimiento de llamada.
4. Calidad de audio.

Para SMS:

5. Proporción de SMS fallidos.
6. Tiempo de entrega del mensaje.
7. Integridad del mensaje

Para Internet:

8. Proporción de sesiones fallidas de FTP.
9. Proporción de sesiones interrumpidas FTP.
10. Tiempo de establecimiento del servicio IP para FTP.
11. Velocidad de datos promedio de descarga FTP.

Sin embargo, únicamente se contemplan valores de cumplimiento en telefonía y SMS [4]:

Para telefonía:

- 1) Proporción de intentos de llamada fallidos. **Menor al 3%**, considerando fallido aquél intento para el que después de **20 segundos** de haber sido pulsada la tecla **SEND**, no se establezca la conexión.
- 2) Proporción de llamadas interrumpidas. **Menor al 3%**

Para SMS:

- 3) Proporción de SMS fallidos. **Menor al 5%**, considerando fallido aquél mensaje que, después de **175 segundos** de haber sido enviado, no sea recibido por el equipo móvil destino.

Las sanciones contempladas por la Ley Federal de Telecomunicaciones van de los 10 mil a los 100 mil salarios mínimos.

Sin embargo, el hecho de que no existan valores de cumplimiento para servicios de Internet, y por consiguiente, no existan sanciones aplicables, parece contradictorio, ya que la introducción y el uso de las nuevas tecnologías móviles 3G y 4G, las cuales se caracterizan por brindar acceso a Internet a alta velocidad, fueron de los factores justificantes más importantes para la creación del *nuevo plan*.

A decir de la COFETEL, en más de 12 años no se había impuesto una sanción a un operador por deficiencias en la calidad de sus servicios, hasta el 22 de diciembre de 2010, y esto supone un avance hacia la regulación de la calidad mínima que es exigible a un operador, y las sanciones correspondientes en caso de no cumplir, como estipula la Ley Federal de Telecomunicaciones [2].

Además de los once parámetros de calidad, solo tres tienen valores de cumplimiento y esta propuesta fue hecha por los concesionarios, además de otras, las cuales aparecen tal como demandaron ellos que sean publicadas, por ejemplo, los valores de cumplimiento y el tiempo de espera para considerar un intento fallido, en particular de una llamada son 20 segundos, lo que no representa un adecuado servicio de calidad, ya que con la tecnología actual es posible considerar tiempos menores, todo en beneficio del usuario.

Sanciones emitidas por la COFETEL.

Debido al gran número de quejas, la COFETEL y la PROFECO han detectado ciertas irregularidades en que incurren los operadores, tal es el caso de las prácticas del uso del buzón de voz [5].

En 2004, la COFETEL resolvió que los concesionarios de telefonía móvil tienen la obligación de incorporar mecanismos para que de manera detallada se informe al usuario el momento preciso a partir del cual se contará la llamada como completada, en caso de que el usuario destino no conteste. Sin embargo el pasado mes de febrero, la COFETEL informó que los concesionarios Telcel, Unefón y Telefónica no cumplen con esta obligación, es decir, no informan que la llamada no ha podido ser completada, e inmediatamente entran a buzón, sin dejar en claro a partir de qué momento se aplicará el cargo. La multa que contempla la Ley Federal de Telecomunicaciones es de 2 mil a 20 mil salarios mínimos, por contravenir las disposiciones tarifarias.

El RENAUT y la geolocalización.

El Senado de la República aprobó en el mes de abril pasado, la desaparición del criticado Registro Nacional

de Usuarios de Telefonía Móvil RENAUT, debido a que se ha demostrado que esa estrategia, implementada para combatir delitos como secuestro y extorsión, simplemente no ha funcionado. Según datos proporcionados por el Senador Tomás Torres [6], antes de la implementación del RENAUT se registraban cerca de 4400 llamadas diarias de extorsión, y al finalizar el 2010 se llegó a alcanzar las 6400 diarias. Debido al RENAUT, los asaltos a transeúntes para robo de celular se volvieron más frecuentes, por lo que desde los equipos robados se cometían algunos de los delitos antes mencionados. Además. Al dar de alta un usuario en el RENAUT no se garantizaba la veracidad de la información. Todas estas cuestiones hicieron del RENAUT un fracaso total.

En contramedida a la desaparición del RENAUT, se propuso una nueva estrategia de seguridad nacional, que contempla 3 medidas principales:

- 1.- La cooperación obligatoria de los concesionarios en la geolocalización de equipos móviles involucrados en investigaciones en materia delictiva.
- 2.- La inhabilitación del equipo cuando sea robado o extraviado.
- 3.- El bloqueo de llamadas en centros penitenciarios federales y estatales.

El Senado de la República aprobó esta nueva estrategia, y ahora se encuentra en proceso de análisis en la cámara de diputados, para su aprobación.

De las tres medidas mencionadas, la que más polémica causa es la de la geolocalización. Quizás pudiesen llegar a existir cuestiones de incertidumbre en la población, el hecho de saber que en cualquier momento pueden ser ubicadas geográficamente mediante la localización de su dispositivo móvil; al respecto la propuesta es clara, el uso de la geolocalización se hará únicamente en casos de investigación en materia de delincuencia organizada, secuestro, extorsión o amenazas, y será el Ministerio Público o la autoridad judicial quienes a través de la COFETEL lo solicitarán. Se castigará a la autoridad investigadora que utilice dichos datos e información para fines distintos a los señalados. Así que la propuesta de Ley da certeza jurídica y protección a la privacidad de los usuarios, por lo que se esperaba que dicha estrategia fuera efectiva contra el crimen organizado.

Modernización de la Red Nacional de Radio-monitoreo.

La COFETEL invirtió 52 millones de pesos para modernizar la Red Nacional de Radio-monitoreo RENAR. Al momento ya se cuenta con 10 unidades

móviles, una unidad fija y el Centro de Control Regional, ubicado en Iztapalapa. La modernización de la RENAR impactará en varios aspectos, como por ejemplo: garantizar que únicamente utilicen el espectro radioeléctrico aquellos operadores que paguen el derecho correspondiente que la Constitución exige; detectar y eliminar interferencias entre operadores, lo que se traduce en una mejor calidad de servicio al usuario y se podrán detectar las bandas sub-utilizadas, para darles un uso adecuado [7].

La inversión realizada contempla equipo de alta tecnología, para monitorear frecuencias de hasta 42 GHz. Entre los trabajos que se han estado realizando por parte del personal encargado del monitoreo están las mediciones de los parámetros técnicos que se encuentran en los títulos de concesión o permisos de varios operadores y/o concesionarios, detección de señales interferentes, con lo que se han podido resolver quejas entre operadores. Además con las estaciones móviles es posible determinar cuáles zonas geográficas requieren de la instalación de estaciones fijas, y cuáles no, y con qué frecuencia monitorear el espectro. Esta información es de vital importancia para la COFETEL, como órgano regulador [8].

Verificador ciudadano de servicios de telecomunicaciones.

Desde finales de abril, está en marcha el Verificador Ciudadano de Servicios de Telecomunicaciones, que es un micrositio Web en donde el usuario puede expresar inconformidades de los servicios ofrecidos por los distintos operadores, y a su vez, estas inconformidades podrán ser remitidas a PROFECO, si el usuario así lo desea.

Esta herramienta dotará a la COFETEL de información sobre interferencias, servicios y regiones que presentan problemática, para tomar acciones de monitoreo más preciso. Es una herramienta de apoyo a las acciones que lleva a cabo la COFETEL, y como se mencionó anteriormente, se cuenta con infraestructura para llevar a cabo estas mediciones.

Por su parte, la PROFECO procura incrementar los beneficios al usuario, al tomar acciones contra la publicidad engañosa, como el registro de contratos [9], para verificar que lo que se publicita es lo mismo que se ofrece, es decir, revisar esas letras pequeñas. PROFECO y COFETEL deberían emitir sanciones por este tipo de publicidad, ya que existen operadores que promocionan redes 4G sin tenerlas, de acuerdo con la consideración de la UIT que más adelante se menciona.

Servicios móviles ofrecidos por los 3 operadores.

Actualmente los 3 operadores más importantes de México ofrecen servicios de *Tercera Generación*, cada uno con diferente tecnología, y el único operador que ofrece 4G es Iusacell, ya que utiliza la tecnología HSPA+ (*High Speed Packet Access Plus*) que es una evolución de las redes HSDPA y HSUPA (*High Speed Download Packet Access* y *High Speed Upload Packet Access*). Si bien es cierto que 4G es un término un tanto vago, la UIT considera a las tecnologías LTE-Advanced y IEEE 802.16m como las tecnologías que cumplen las especificaciones del IMT-Advanced, estándar mediante el cual el organismo concibe las redes de siguiente generación.

En el ámbito de las industrias, la siguiente generación es concebida como 4G, aunque la UIT aclara que 4G es un término aplicable a LTE, WiMAX y algunas otras tecnologías 3G evolucionadas que presentan mejoras significativas con respecto a la original 3G [10]. Al respecto, podría decirse que Iusacell tiene razón en llamar 4G a su red HSPA+, pero la UIT no define HSPA+ como 4G.

Iusacell, la empresa pionera de la telefonía celular en México, y la pionera en telefonía y servicios 3G introdujo su red HSPA+ en noviembre de 2010 [11], a la cual ha llamado 4G. Pero realmente la tecnología HSPA+ está considerada como 3.5G. Después de 3.5G existen otras denominaciones como 3.75G o 3.9G antes de llegar a 4G. De hecho únicamente existen redes 4G en pruebas de campo, aunque en 2007 con tecnologías 3G mejoradas NTT DoCoMo en Japón alcanzó velocidades de hasta 5Gbps en un auto en movimiento a 10 Km/h [12], lo cual si representa una mejora significativa en comparación con 3G, por lo que es posible llamarle 4G.

Telcel, el más grande operador del país, actualmente cuenta con una red 3.5G basada en HSDPA. Recientemente Telcel ha anunciado que evolucionará su red a “3.5G”, aunque actualmente su red es 3.5G, la mejora que se introducirá será HSPA+ [13], la misma tecnología utilizada por Iusacell, y a la cual llama 4G. El anuncio oficial se dará a conocer en el último trimestre de 2011. También se anuncia una red 4G basada en LTE para 2012, que operará en la banda de los 2100 MHz [14, 15], y es ésta razón por la que probablemente Telcel ha decidido bien-informar a sus usuarios acerca de la tecnología utilizada, ya que para términos publicitarios resulta más atractivo primero desmentir a su competidor Iusacell, y después ofertar LTE como 4G.

Movistar, la marca de la española Telefónica, opera una red 3.5G HSDPA y HSUPA, y también tiene planes de introducir LTE Rel. 8 como su tecnología 4G, aunque técnicamente LTE-8 es considerado como 3.9G [16].

Movistar posee los planes de renta más flexibles del mercado mexicano, con su Plan Único. A través de este plan, ofrece paquetes para pagar únicamente lo que un usuario en particular requiere. De hecho es su portal Web, Movistar ofrece una aplicación para la cotización del plan considera minutos de telefonía, SMS, números para llamar gratis ilimitadamente y servicios de navegación de Internet [17].

Telcel, aunque también cuenta con una aplicación para cotizar planes, no oferta planes tan flexibles. Iusacell no ofrece planes ajustables.

Por lo tanto para fines comparativos de costos, se tomaron los planes lo más parecidos posibles, es decir que consideran más o menos la misma cantidad de minutos de telefonía, SMS, llamadas gratis y datos de navegación de Internet. En la Tabla I se muestra la comparación en planes de renta, en la II la comparación en los planes de prepago y en la III la comparación en planes de Banda Ancha por Modem USB.

TABLA I. Comparación de costos en planes de renta.

	TELCEL ⁽¹⁾	MOVISTAR ⁽²⁾	IUSACELL ⁽³⁾
MINUTOS	600	600	750
SMS	30	30	50
NUMEROS GRATIS	10	6	10
DATOS	ILIMITADO	10 GB	1 GB
COSTO MINUTO EXTRA	1.19	1.19	1.04
COSTO A OTRAS COMPAÑÍAS	3.58	3.58	3.43
COSTO A HIJOS	1.19	1.19	1.14
COSTO MENSUAL	\$1174.00	\$1130.00	\$1049.00

⁽¹⁾PLAN MAS X MENOS 6 CON INTERNET ILIMITADO.

⁽²⁾COTIZACIÓN PLAN ÚNICO MOVISTAR.

⁽³⁾PLAN ELITE PERSONAL 1000.

TABLA II. Comparación de costos en planes de prepago.

	TELCEL ⁽¹⁾	MOVISTAR ⁽²⁾	IUSACELL ⁽³⁾
MINUTO (misma compañía)	1.19	3.39/6.99*	1.19
SMS	0.88	0.98	1.04
NUMEROS GRATIS	3	2	3
COSTO DATOS	\$0.02/KB**	\$0.02/KB	\$1.00/MB
COSTO LOCAL/NACIONAL A OTRAS COMPAÑÍAS	4.16/4.16	3.50/3.50	3.30/4.80
COSTO A HIJOS LOCALES/NACIONALES	4.16/4.16	3.39/3.39	3.30/4.80

⁽¹⁾PLAN AMIGO FIDELIDAD.

⁽²⁾ PLAN PAGAMENOS EXTRA.

⁽³⁾ TARIFAS ÚNICAS.

^{*} Cobro por llamada de 30 min. a partir del minuto 2:01.

^{**} En tarifas por días disminuye.

TABLA III. Comparación de costos de banda ancha para modem USB en planes de renta.

	TELCEL ⁽¹⁾	MOVISTAR ⁽²⁾	IUSACELL ⁽³⁾
Datos incluidos	5 GB	5GB	5GB
Costo total	\$449.00	\$429.00	\$446.00
Costo datos adicional	\$49.00/100MB [*]	\$50.00/100MB	\$249.00/500MB

⁽¹⁾ PLAN 5GB.

⁽²⁾ PLAN DESCARGA.

⁽³⁾ PLAN 5GB.

^{*} En el Plan 5G no aplican recargas, por lo que para seguir navegando se debe esperar el siguiente mes.

Como se puede observar de la tabla comparativa, en planes de renta, el servicio más barato lo ofrece Iusacell, aunque tiene la desventaja de ofrecer la menor cantidad de datos en plan con Internet, al ofrecer 1GB, aunque habrá que analizar si un usuario promedio puede llegar a consumir esta cantidad de datos a través de un teléfono móvil. Por lo tanto el servicio más completo lo ofrece Telcel, considerando que ofrece plan de datos ilimitado. Movistar por su parte, ofrece 10 GB de tráfico, a lo que le llaman ilimitado, es decir, considera que un usuario promedio tendrá un consumo no mayor de esta cantidad de datos al mes.

Se puede observar que también es Iusacell quien cobra más barato la llamada a otras compañías, pero en llamadas de larga distancia a otros operadores en planes de prepago, Iusacell es quien cobra más caro, esto debido probablemente a que no cuenta con una infraestructura tan grande como la de Movistar o Telcel.

Finalmente, en planes de datos para equipos por USB, el costo está muy competido, es decir, las tarifas son muy similares, siendo Iusacell el menos flexible en las recargas, y Telcel por ejemplo, en el Plan 5GB no aplica recargas de datos, por lo que al terminar los 5GB de datos, se debe esperar el siguiente mes de facturación para seguir navegando. En este caso Movistar lleva la delantera, ya que si maneja recargas, y son más flexibles que las de Iusacell.

Sin embargo, hasta el momento, Iusacell parece ser la empresa que cuenta con la oferta de servicios más atractiva, ya que recientemente ha anunciado la introducción del denominado “Cuádruple Play”, es decir, la oferta de 4 servicios: televisión de paga, Internet, telefonía fija y telefonía móvil a través de un solo proveedor [18].

Conclusiones.

Como se observa, durante 2010 y 2011 el mercado de las telecomunicaciones en México ha estado muy activo: con sanciones, licitaciones, nuevos servicios, creciente demanda, nuevas reglas.

Sería interesante observar la llegada de los servicios 4G al país, y no sólo que utilicen tecnología 4G, sino que se ofrezca con calidad. La llegada de una nueva era en donde la autoridad realmente regule a los concesionarios, y no al revés (se tiene el antecedente de la Ley Televisa).

Finalmente, lo que la COFETEL busca es beneficiar al usuario, y está demostrado que es posible ofrecer un servicio de buena calidad, y al mismo tiempo, obtener utilidades. Por ello, simplemente, es cuestión de que los concesionarios y la autoridad hagan su trabajo cada quien.

Los servicios de 3G en México son una realidad, remitiéndose únicamente al estándar que marca hasta 384 kbps como tasa de transferencia deseable. Pero la oferta de mayores capacidades con mejor calidad, como se ha comentado, no involucra únicamente a los concesionarios, sino a la autoridad, es decir, como en el caso de DoCoMo, se lograron tasas de transferencia de hasta 5Gbps, pero sobre un ancho de banda de 100 MHz, cosa que es aún impensable en nuestro país, por lo que la parte de administración y monitoreo del espectro radioeléctrico cobrará mucha importancia en el corto plazo, ya que los operadores demandarán mayor cantidad de espectro para lograr cumplir con la calidad deseada.

Agradecimientos: Los autores agradecen al CONACYT y al Instituto Politécnico Nacional, en particular a la ESIME, ESCOM, CECyT No. 1, CIC, SIP, COFAA, el apoyo para la realización de este trabajo.

Referencias.

[1] COFETEL. Comunicado de Prensa No. 01/2011. Enero de 2011.

http://www.cft.gob.mx/es/Cofetel_2008/Comunicados_2011

[2] LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES. Última reforma 30-Nov-2011.

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/118.pdf>

[3] La Jornada. Nota en portal: “Deficiente, el plan técnico de Cofetel sobre calidad de telecomunicaciones”. Mayo de 2011. <http://www.jornada.unam.mx/2011/05/06/index.php?section=economia&article=029n2eco>

[4] COFEMERMIR. Proceso de Mejora Regulatoria. “Alcance al anteproyecto de Plan Técnico Fundamental de Calidad del Servicio Local Móvil”. Marzo de 2011.
http://www.cofemermir.gob.mx/formatos/MIR_ImpactoModoModoView.aspx?SubmitID=297297

[5] COFETEL. Comunicado de Prensa No. 02/2011. Febrero de 2011.
http://www.cft.gob.mx/es/Cofetel_2008/Comunicados_2011

[6] Senado de la República. “INICIATIVA CON PROYECTO DE DECRETO POR EL QUE SE REFORMAN, ADICIONAN Y DEROGAN DIVERSAS DISPOSICIONES DEL CODIGO FEDERAL DE PROCEDIMIENTOS PENALES, DEL CODIGO PENAL FEDERAL, DE LA LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES Y DE LA LEY QUE ESTABLECE LAS NORMAS MINIMAS SOBRE READAPTACION SOCIAL DE SENTENCIADOS”, Diario 13, Segundo Periodo Ordinario, Legislatura LXI, Año II. Marzo de 2011.
http://www.senado.gob.mx/index.php?ver=sp&mn=3&sm=3&lg=LXI_II&id=1310

[7] COFETEL. “La RENAR monitorea frecuencias de hasta 42 GHz”. Gaceta COFETEL. Año IX. No. 48. Diciembre de 2010. Pp. 4-5.

[8] Rafael Morales Vargas. “Concluyó exitosamente la primera etapa de modernización de la RENAR”. Gaceta COFETEL. Año IX. No. 46. Septiembre de 2010. Pp. 16-19.

[9] COFETEL. “Inicia operaciones el verificador ciudadano de Servicios de Telecomunicaciones”. Comunicado conjunto COFETEL-PROFECO, Abril de 2011.
http://www.cft.gob.mx/es/Cofetel_2008/Comunicados_2011

[10] ITU. Sala de prensa. “ITU World Radiocommunication Seminar highlights future communication technologies. Focus on international regulations for spectrum management and satellite orbits”. Diciembre de 2010.
http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2010/48.aspx

[11] Wikipedia. Evolved HSPA
http://en.wikipedia.org/wiki/Evolved_HSPA

[12] NTT DoCoMo. Sala de Prensa. “NTT DoCoMo Achieves World’s First 5Gbps Packet Transmission in 4G Field Experiment”. Febrero de 2007.
<http://www.nttdocomo.com/pr/2007/001319.html>

[13] Mundo Móvil. “Telcel aumentará su velocidad en telefonía móvil”. Mayo de 2011.
<http://mundomovil.3gamericalatina.com/es/content/telcel-aumentar%C3%A1-su-velocidad-en-telefon%C3%AD-m%C3%B3vil>

[14] Periódico A.M. Nota en portal: “Subirá Telcel velocidad celular”. Mayo de 2011.
<http://www.am.com.mx/Nota.aspx?ID=476124>

[15] Telcel. Sala de Prensa. “Red de Telcel Evolucionará a 3.5G”. Mayo de 2011.
<http://www.telcel.com/portal/noticias/begin.do>

[16] CNN Expansion.com. Nota en portal “Telefónica presenta el 4G en México,”. Agosto 2010.
<http://www.cnnexpansion.com/tecnologia/2010/08/13/telefonica-presenta-el-4g-en-mexico>

[17] Movistar. Cotización de Plan Único en Línea.
<http://www.movistar.com.mx/Telefonia-movil-Prepago-Planes-Unico-Q>

[18] El Universal. Note en portal “Iusacell y Televisa lanzan su Cuádruple Play”. Mayo de 2011.
<http://www.eluniversal.com.mx/notas/763031.html>

Curriculum vitae.

Marco Antonio Hernández Pérez es Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ESIME Unidad Zacatenco del IPN (2008). Ganador de las Preseas Lázaro Cárdenas y Amalia Solórzano de Cárdenas en 2008, así como ser reconocido por la ANFEI como el mejor egresado de la licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica de la ESIME (2008). Actualmente, es estudiante de la Maestría en Ciencias de Ingeniería de Telecomunicaciones en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME.

Chadwick Carreto Arellano es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Morelia, Michoacán (1998). Maestro en Ciencias Computacionales por el Centro de Investigación en Computación, CIC del IPN (2004). Candidato a Doctor en Ciencias por el Centro de Investigación en Computación del IPN (2008). Actualmente, Profesor – Colegiado de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Computación del IPN.

Salvador Álvarez Ballesteros es Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del IPN. Realizó sus estudios de posgrado en Ingeniería Eléctrica en el convenio UNESCO – IPN y en el CINVESTAV; de pedagogía, en el ICYTEG. Ha sido director de innumerables proyectos de investigación y autor de múltiples artículos relacionados con Ingeniería y con Educación. Actualmente, dirige el proyecto de investigación “Posgrado en educación en tecnología, cimentado en las TIC para un IPN moderno” y es profesor investigador en el área de Telecomunicaciones de la SEPI/ ESIME-Z del IPN.

Perspectivas 4G en México: tecnologías y servicios ofrecidos por WiMAX y LTE para el mercado de la banda ancha móvil.

Ing. Marco Antonio Hernández Pérez¹, M. en C. Chadwick Carreto Arrellano² y Dr. Salvador Álvarez Ballesteros³

^{1,3}Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ESIME del IPN,

²Escuela Superior de Cómputo, ESCOM del IPN

E-mail: mark_antony_001@yahoo.com.mx¹, salvarez@ipn.mx², ccarreto@ipn.mx³

Resumen.

Mucho se ha hablado de 4G y las ventajas que ofrece, pero realmente en México, como en muchas partes del mundo, aún no existe una red 4G, sino evoluciones de redes 3G que son estándares que ofrecen mejoras a 3G, pero que no se pueden considerar 4G. En este artículo, se revisan brevemente las características técnicas de 4G, los operadores que existen y algunas tendencias del mercado de banda ancha en México. Además, se muestran algunos avances que se han tenido en cuanto a infraestructura tecnológica se refiere, y la manera en que las redes 4G WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access o Interoperabilidad mundial para acceso por microondas) y LTE (Long Term Evolution) podrían ayudar a los propósitos de los programas destinados a reducir la brecha digital de México.

1. Introducción.

Las siglas 4G se utilizan para referirse a la cuarta generación de tecnologías de telefonía móvil en telecomunicaciones y es la heredera de las tecnologías 3G y su evolución, y principalmente se basa en el protocolo IP, siendo por sí un sistema de sistemas y una red de redes, gracias a la convergencia entre las redes alambradas e inalámbricas.

Muchos usuarios suelen confundirse, al punto de no saber qué es lo que se está ofreciendo en cuanto a servicios y tecnologías. La realidad es más simple de lo que parece. Para que una tecnología sea llamada 3G ó 4G, debe cumplir ciertos requisitos técnicos. Para 3G, los requisitos se encuentran establecidos en el estándar IMT-2000, y en el caso de 4G, en el estándar IMT-Advanced, ambos estándares pertenecientes a la UIT.

Actualmente, existen tecnologías de banda ancha que prometen un acceso veloz a Internet, con

aplicaciones de voz, datos y video de alta calidad. Muchas compañías que ofertan este tipo de servicios suelen anunciarlos como 3G o incluso servicios de 4G, como lo es por ejemplo Iusacell en México.

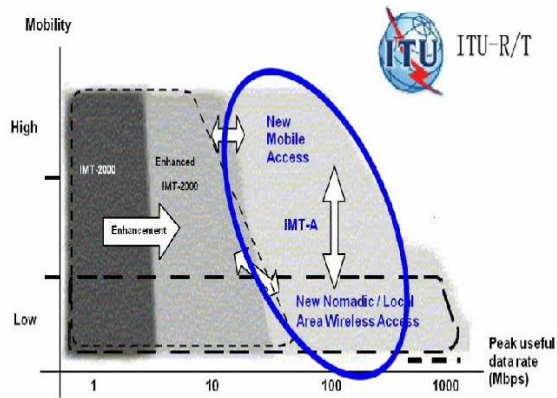
El propósito de este artículo es estudiar los requerimientos técnicos que marca la UIT, y compararlo con las 2 propuestas de implementación que existen actualmente: WiMAX y LTE.

1. IMT-Advanced.

La UIT ha establecido en su estándar IMT-Advanced los requerimientos técnicos para la 4G. Entre los principales se encuentran los siguientes [1]:

- Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA).
- Conmutación de paquetes basada completamente en IP.
- Tasas de transferencia de 1 Gbps en baja movilidad y 100 Mbps en alta movilidad.
- Eficiencia espectral de 15 bps/Hz.
- Compatibilidad de servicios con redes IMT y redes fijas.
- Capacidad de interoperación con otros sistemas radio.
- Servicios de alta calidad con 4 diferentes tipos de movilidad: estacionario (0 Km/h), peatonal (> 0 – 10 Km/h), vehicular (10-120 Km/h) y vehicular de alta velocidad (120-350 Km/h).
- Equipo móvil utilizable a nivel mundial.
- Capacidad mundial de *roaming*.

Además especifica tiempos de latencia, ancho de banda, bandas de operación, capacidad de canales para tráfico de VoIP.



Note: Diagram adapted from Recommendation ITU-R M.1645

Para lograr cumplir con estos requerimientos, cada una de las tecnologías ofrece una serie de características que igualan o superan las capacidades especificadas por IMT-Advanced.

Figura 1. Evolución de IMT-2000 a IMT-Advanced.

2. Tecnologías candidatas a 4G.

Principalmente existen dos competidores para quedarse con el título de tecnología 4G. Por parte del 3GPP (3G Partnership Project), se encuentra LTE-Advanced (LTE Versión 10). Por parte del IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), se encuentra WiMAX IEEE 802.16m. A continuación un breve panorama histórico de ambas tecnologías, así como la descripción de los aspectos fundamentales de cada una.

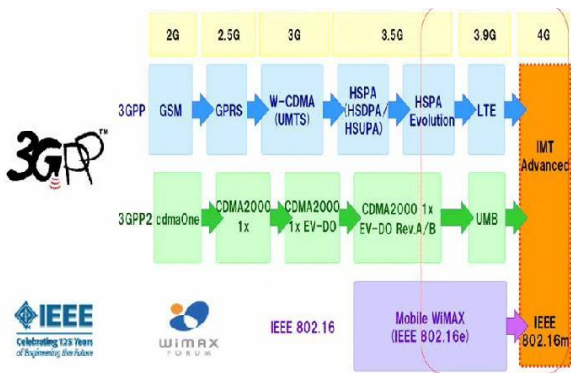


Figura 2. Evolución de las tecnologías de acceso móvil hacia IMT-Advanced.

2.1 Características Clave de LTE-Advanced (Release 10).

LTE surge como resultado de los trabajos del 3GPP (3G Partnership Project). En sus primeros esfuerzos se

observan la versión 99, versión 5, 6, 7, 8 y 9, cada una de ellas mejora de las anteriores. De acuerdo con los requerimientos de IMT-2000, LTE 8 fue la versión que se propuso por parte del 3GPP para la 3.5G, aunque debido a sus mejoras, algunos proveedores de servicio y equipo empezaron a llamarle 4G. Finalmente se le ha llamado 3.9G, debido a que aún no cumple con los requerimientos del IMT-Advanced. Para cumplir con ellos hizo falta agregar ciertas características, mejoras de la versión anterior, como son [2]:

Agregación de portadoras. En la figura 3 se observa la agregación de portadoras. Esta técnica sirve para satisfacer los requerimientos de tasa de datos pico y logra un uso flexible del espectro, de acuerdo a la demanda del usuario.

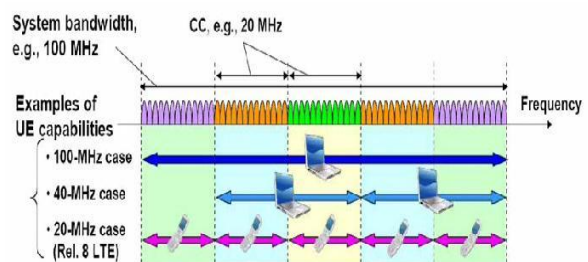


Figura 3. Esquema de agregación de portadoras.

Relevos. Hace uso de estaciones base y móviles para lograr cobertura. Es útil en zonas donde no existe *backhaul* cableado o resulta muy cara su instalación. En la figura 4 se muestra un esquema típico.

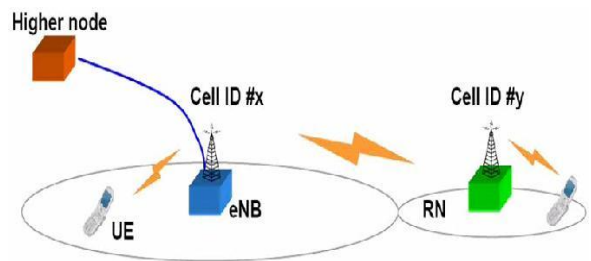


Figura 4. Esquema de Relevos para cobertura.

Transmisión multi-antena extendida. Incrementa el número de antenas en transmisión y recepción (técnicas MIMO) para aumentar el número de enlaces y así alcanzar la tasa de datos pico. En la figura 5 se muestra un esquema típico MIMO de 2 x 2.

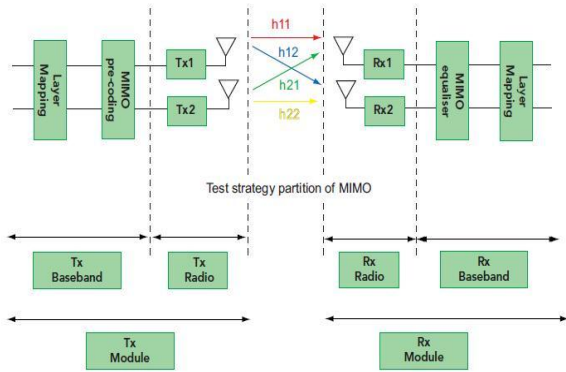


Figura 5. Esquema de Tx/Rx MIMO 2 x 2.

Transmisión/Recepción Multipunto Coordinada (CoMP). Muchas veces la relación Señal a Interferencia que experimenta un móvil es demasiado pobre, por lo que no es posible obtener una buena calidad en la transmisión/recepción. Debido a que en teoría las transmisiones dentro de una célula son ortogonales entre sí, entonces la mayor cantidad de interferencia proviene de células vecinas. Para hacer frente a este tipo de interferencias se utilizan las llamadas técnicas de transmisión/recepción coordinada, que consiste en ponerse de acuerdo entre las células vecinas para saber en qué punto del espectro se está experimentando una menor relación señal a interferencia y así poder controlar dicha interferencia. La figura 6 muestra un posible escenario en entornos con femtocélulas.

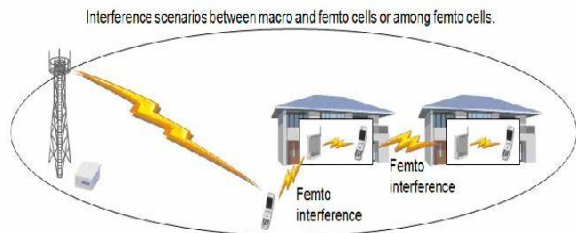


Figura 6. Escenario propuesto para CoMP.

3. Características Clave de WiMAX IEEE 802.16m.

Básicamente WiMAX IEEE 802.16m presenta las mismas características clave para hacer frente a los retos propuestos por IMT-Advanced. Cabe aclarar que varias de las características que hoy en día son utilizadas ampliamente en las redes 3-3.9G fueron planteadas en un inicio por WiMAX, como lo son el uso de OFDM [3] y el uso de tecnologías MIMO para la mejora de tasa de datos.

3.1 Arquitectura de protocolos LTE y WiMAX.

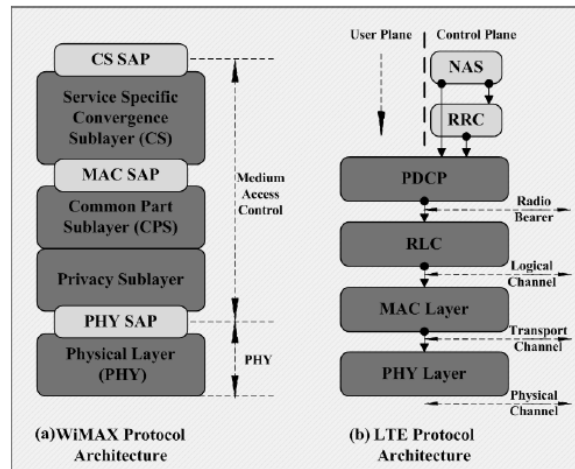


Figura 7. Arquitectura de Protocolos WiMAX y LTE [4].

En la figura 7, se muestran las arquitecturas de protocolos (también llamadas modelo de referencia) de WiMAX y LTE. Como se aprecia, ambos modelos son muy parecidos.

El modelo de referencia de WiMAX se muestra en la figura 7(a). Abarca las capas PHY y MAC del modelo OSI. La capa PHY soporta diferentes tipos de modulación: QPSK, 16-QAM y 64-QAM, define anchos de banda flexibles desde 1.25 hasta 28 MHz y ofrece acceso por OFDMA. La capa MAC se encuentra dividida en 3 sub-capas llamadas de Convergencia en servicio específico (*Service specific convergence sublayer*) que transforma los datos de capas superiores en las SDU (*Service Data Units*) apropiadas, la sub-capas de parte común MAC CPS (*Common Part Sublayer*) que es la que provee toda la funcionalidad del sistema de acceso, asignación de recursos de canal, establecimiento y mantenimiento de conexiones, y finalmente la sub-capas de Seguridad (*Security Sublayer*), que provee mecanismos de autenticación, encriptación, intercambio de llaves y todo lo relacionado con el acceso seguro a la red [5].

El modelo de referencia LTE a diferencia del de WiMAX, utiliza 3 capas del modelo OSI, PHY, MAC y Red. Al igual que en WiMAX, la capa PHY de LTE especifica anchos de banda flexibles, de 1.4, 3, 5, 10, 15, 20, 40 y hasta 100 MHz y tipos de modulación utilizados. La capa MAC, al igual que en WiMAX, se encarga de convertir las Unidades de Servicio de Datos MAC (MSDU, *MAC Service Data Unit*) a las Unidades de Servicio de Protocolo MAC (MPDU, *MAC Protocol Data Unit*) agregando encabezados MAC apropiados y mapeando canales lógicos en canales de transporte. La

capa de Control de Radioenlace (RLC, *Radio Link Control*) lleva a cabo la transferencia de datos hacia la capa MAC en 3 modos: transparente (servicios en tiempo real), sin acuse de recibo (para señalización) y con acuse de recibo (para servicios no-tiempo real). EL Protocolo de Convergencia de Paquetes de Datos (PDPC) se encarga del control de cabeceras IP. Finalmente el protocolo de Conexión de Recursos de Radio (RRC) permite el intercambio de mensajes de señalización entre el Nodo B y el Equipo de Usuario [4,6].

4. Retos para la implementación de 4G.

Para implementar una red 4G, lo primero que se requiere es tenerla disponible, es decir, se requiere que la tecnología cumpla con los requerimientos del IMT-Advanced. Una vez logrado esto, se requieren varios aspectos tecnológicos, como lo son [7]:

Implementación de 4 u 8 antenas en los equipos de usuario, por lo tanto se requieren desarrollos de antenas miniaturizadas que trabajen en los anchos de banda designados (ver tabla I).

Manejo del ancho de banda para lograr la flexibilidad ofrecida, es decir, los algoritmos implementados en los equipos móviles para cumplir con las técnicas de Agregación de Portadoras.

Interoperabilidad entre diferentes sistemas radio, con compatibilidad hacia atrás, para lograr que las implementaciones y redes existentes puedan coexistir.

Equipos de bajo costo, para lograr una penetración importante en el mercado.

Tabla I. Bandas utilizadas por IMT-Advanced [3].

Operating frequencies (MHz)	IMT bands
	450–470
	698–960
	1710–2025
	2110–2200
	2300–2400
	2500–2690
	3400–3600

5. Trabajos de implementación en México.

Según datos de INEGI-COFETEL, en julio de 2009, en México había 27.2 millones de usuarios de Internet, y en mayo de 2010, se alcanzaron los 32.8 millones de usuarios, esto es un incremento del 20.6% de usuarios en menos de 1 año. COFETEL reportó 34.8 millones de usuarios a diciembre de 2010 [8]. Esto quiere decir que más del 30% de la población mexicana tiene acceso a Internet, ya sea desde su hogar o fuera de él. Fuera del hogar, la escuela es uno de los lugares donde se

conecta una gran cantidad de la población, ya sea en Universidades, o escuelas de nivel básico.

A este respecto, la Secretaría de Educación Pública ha propuesto el programa “Habilidades Digitales para Todos (HDT) [9]”, cuya agenda cumple algunos de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012: “Eje 3 – Igualdad de Oportunidades, Punto 3.3 – Transformación Educativa, Objetivo 11 **Impulsar el desarrollo y utilización de nuevas tecnologías** en el sistema educativo para apoyar la inserción de los estudiantes en la **sociedad del conocimiento** y ampliar sus capacidades para la vida”.

Se propone la creación de **Aulas Temáticas** y el uso de computadoras conectadas localmente a través de WLAN's, y el acceso a Internet a través de redes WiMAX, como se muestra en las figuras 8 y 9.



Figura 8. Componentes del Programa HDT.

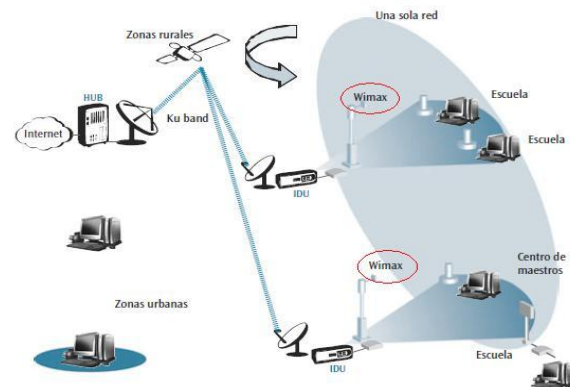


Figura 9. Diagrama del modelo de Red para Aulas Temáticas del Programa HDT.

Otro esfuerzo importante consiste en la creación de la plataforma e-México (<http://www.e-mexico.gob.mx>), cuyo objetivo es “Acercar al ciudadano a la Información y Conocimiento a través de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs), abatir los inhibidores estructurales que impiden el cierre de la brecha digital en México y masificar la

conectividad y el acceso a las TIC's, mediante poderosas estrategias nacionales". e-México tiene como objetivo aumentar del 30% de penetración de usuarios de Internet en 2010 al 60% en 2012, es decir, al término del sexenio del presidente Felipe Calderón, y para ello se está desplegando una red terrena que tendrá capacidad para conectar 200 mil nodos en una red WiMAX, además de 6800 puntos conectados mediante redes satelitales. Para la red WiMAX se utilizará un ancho de banda de 50 MHz en la banda de los 3.3 GHz que ha destinado la SCT para tales efectos [10]. Al momento, la situación de cobertura se muestra en la figura 10, y puede ser consultada en el portal de Internet.



Figura 10. Cobertura del programa e-México.

5.1 Operadores en México.

En México, los más de 80 millones de usuarios de telefonía móvil son atendidos, principalmente, por tres grandes proveedores: Telcel, Movistar y Iusacel. Hasta el momento, los tres proveedores manejan servicios de datos en 3G, aunque Iusacel y Movistar ya tienen planes de datos que anuncian como 4G.

Iusacel, el proveedor que introdujo la telefonía móvil en México, ofrece planes de acceso a Internet a través de teléfonos inteligentes y a través de dispositivos USB, llamados tarjetas de Banda Ancha Móvil BAM. La realidad es que el servicio que se está ofreciendo en realidad no es 4G, sino que cae en la clasificación de 3.5-3.75G, debido al uso de HSPA+ [11] como su red de acceso. En 2009 Iusacel contaba con 3.5 millones de abonados. [12].

Movistar, el operador filial de Telefónica en México, tiene planes de introducir LTE como su red de acceso 4G. Sin embargo, el estándar con el que se han hecho pruebas exitosas ha sido el LTE Versión 8, que ofrece velocidades de hasta 300 Mbps [13], muy por debajo del 1 Gbps que se espera en la 4G, por lo que los servicios que se prestarían, aunque de calidad, no

serían 4G, sino 3.9G. En 2009, Movistar atendía a 17.3 millones de abonados. [12].

Telcel, el operador más grande del país y compañía hermana de Telmex, el gigante de las telecomunicaciones en América Latina, brinda servicios a más de 60 millones de usuarios. Y aunque ha anunciado tener planes de despliegado de infraestructura 4G [14], hasta el momento no ha lanzado estos servicios, por lo que sus redes aun operan en EDGE, HSDPA y algunas en HSPA+ [15].

5.2 Marco Legal.

Con respecto a la regulación del espectro radioeléctrico en México, se piensa en el uso de la banda de los 700 MHz y de 1700-1900 MHz para los servicios de 4G, tal como informó en su momento el presidente de la COFETEL [16].

Con respecto a licitaciones, se tiene que MVS Multimédios busca la utilización de la banda de los 2.5 GHz con un ancho de banda de 190 MHz para implementar tecnología LTE en México [17].

Además, se requiere de regulaciones en distintos aspectos del mercado de las telecomunicaciones, como son las tarifas por llamadas locales, de interconexión entre distintos operadores, calidad del servicio y portabilidad numérica [21, 22], con el fin de garantizar que el usuario sea el beneficiado.

Este tema de la mejora regulatoria ha sido un tema de gran interés en las últimas semanas, como se ha mencionado en noticieros y lo han informado la COFETEL, COFEMER y CFC [16-25].

Por ejemplo, recientemente se ha anunciado que Telcel, el mayor operador de telefonía móvil, será multado con una suma de alrededor de los 12 mil millones de pesos [18, 23], esto por incurrir en prácticas monopólicas, al cobrar una tarifa excesivamente cara por la interconexión con otros operadores. Iusacel ha calificado esta práctica como discriminatoria. Por su parte, Telcel ha argumentado que ese tipo de prácticas "on-net", como se le conoce en el rubro de las telecomunicaciones, es llevada a cabo por los demás operadores, e incluso en el resto del mundo, por lo que ha calificado de "arbitraria e ilegal" la multa impuesta [19]. Por su parte la CFC argumenta que debido a que Telcel es quien domina el mercado, se considera una práctica monopólica, y fue por ese motivo la resolución tomada [23]. Sin embargo, el 7 de junio del presente, Radio Móvil Dipsa, arropada bajo la marca Telcel, interpuso un recurso de reconsideración ante la CFC, que fue admitido por el regulador por lo que quedó suspendida la multa de casi 12 mil millones

de pesos por haber cometido prácticas monopólicas en la imposición de tarifas de interconexión [37].

Este tipo de prácticas llevadas a cabo por los operadores no buscan el beneficio del usuario, ya que el costo de interconexión entre operadores es excesivo, algunas veces de hasta el 300% sobre el costo de una llamada “*on-net*”, y según datos de la CFC, al año los usuarios pagamos un sobrepago de 72 mil millones de pesos [23].

Como es posible apreciar, el mercado de las telecomunicaciones en México está creciendo, se están formando alianzas entre grupos de empresarios, con el fin de poder competir contra los grandes operadores nacionales, tanto en materia de comunicaciones móviles, como en el ámbito de telefonía fija, televisión de paga y acceso a Internet. Prueba de ello es la reciente compra del 50% de las acciones de Iusacell por parte de Televisa [26, 29], y la reciente y controvertida licitación 21, en la que participó la alianza Televisa-Nextel, por 30 MHz en la banda de los 1.7 GHz [27, 28, 29].

A decir por parte de las autoridades, la reciente actividad en materia legislativa y tecnológica ha dejado una derrama económica al país por más de 5 mil millones de dólares [28], y los nuevos competidores en el negocio de las telecomunicaciones prometen mejores precios y una mayor competencia como en el caso de la alianza Iusacell-Televisa [28, 30], por lo que es posible ofrecer servicios de calidad a bajo costo. Simplemente es cuestión de contar con las leyes necesarias y atribuir facultades a los órganos reguladores como la COFETEL, COFEMER y CFC.

6. Aplicaciones de la tecnología 4G.

Es posible pensar en un ambiente donde sea indispensable el acceso móvil a banda ancha, aunque difícilmente observable; es decir, el paradigma en México es que un enlace de 2 Mbps es un enlace de alta velocidad, por lo que: ¿Para qué se requiere 1 Gbps? La respuesta es más fácil de lo que parece.

En sus primeros años en México, el acceso a Internet estaba restringido a Universidades y oficinas de gobierno. Una persona podía conectarse desde su casa mediante conexión *dial-up*, es decir, por módem telefónico de 56 Kbps. En aquel entonces, esa tasa de datos era suficiente para navegar, enviar correos electrónicos e incluso para chatear; por supuesto las redes sociales y los contenidos multimedia eran impensables. Y al momento de la introducción de los enlaces digitales de banda ancha (cable-módem y ADSL) muchos usuarios se preguntaron ¿qué hacer con tanta velocidad? El tiempo dio la respuesta, y ahora la

realidad que vivimos es totalmente diferente en menos de 10 años.

Entonces las aplicaciones de la tecnología 4G solamente están limitadas por la imaginación: videos de mayor calidad, audio y video en tiempo real, educación a distancia, tele-medicina, comercio electrónico, seguridad pública y video-vigilancia.

En cuanto a educación se refiere, existen muchos contenidos didácticos que pueden ser útiles no solamente en las Universidades, sino en las escuelas de enseñanza básica, para así poder elevar el nivel educativo del país. Acceso a bases de datos con información confiable y reciente para todos los niveles de educación. Todo esto ya existe, el reto de 4G es hacer llegar todos estos recursos a la población.

En cuanto a seguridad pública, la tecnología 4G puede ayudar al acceso a bases de datos, información, denuncias vía Internet, vigilancia en carreteras, vigilancia en sitios públicos, todo en tiempo real.

Para el sector productivo del país es también importante contar con comunicación de calidad entre los empleados tanto de las grandes corporaciones, como de las PyMES.

En el área de medicina y salud, existen diversas campañas de salud pública, programas de información que son de interés para la población en general, e incluso, se podría pensar en la asesoría de cirugías a distancia en lugares de alto riesgo o donde no es fácil el acceso del especialista.

Como se ha mencionado antes, muchas de estas actividades se realizan hoy en día, pero en ambientes móviles sólo se llevan a cabo como una forma alternativa de comunicación. La tecnología 4G puede lograr una mayor penetración de los distintos programas públicos, y por lo tanto, lograr que el acceso móvil sea el principal acceso de los ciudadanos a las dependencias gubernamentales y no gubernamentales.

7. Conclusiones.

No es posible decidir qué tecnología es mejor, y por cuál apostar, dado que tanto WiMAX como LTE, pretenden alcanzar e incluso superar las especificaciones de la UIT.

En lugar de decidir quién es mejor, se puede pensar en un ambiente en donde coexistan las dos tecnologías, algunos operadores con WiMAX, algunos otros como LTE.

Lo que es posible observar es que WiMAX es una tecnología que ya es utilizada en varias partes del mundo [33, 34, 35, 36], y por lo tanto existente. En

tanto que LTE-Advanced, aún no está completamente desplegada, teniendo la única red operativa en Estocolmo, Suecia [36].

Pero justo como sucedió con WiMAX, llegará un momento no muy lejano en que el público empezará a querer ver y experimentar la tecnología prometedora de LTE, y al no haber redes operativas, se perderá el gusto por esta tecnología. Quizás los operadores que apoyen al 3GPP y LTE quieran empezar a hacer el despliegado lo más pronto posible, aprendiendo de los errores de WiMAX y dejar de anunciar tanto para empezar a ofrecer servicios reales.

Al parecer, Telcel preferirá esperar a que el mercado mundial, y el restante del país, decida cuál tecnología es más conveniente, para entonces empezarla a introducir, aprendiendo de Telmex y la experiencia que tuvo con Prodigy Turbo (RDSI) y con Prodigy Inifinitum (ADSL).

Es aquí donde los demás competidores pueden aprovechar el mercado: atraer más usuarios a sus redes y ofrecer planes atractivos. La tecnología está como para ofrecer quizás planes de datos ilimitados a un precio razonable, que ese ha sido el mayor problema, ya que los planes actuales ofrecen máxima velocidad de datos hasta cierto número de Mbytes o Gbytes, y después de superada esa cantidad, el acceso a la red se hace con la velocidad mínima. Con la introducción de LTE o WiMAX manejando las altísimas tasas de transferencia que se ofrecen, es posible mejorar los planes de datos. El operador que ofrezca el mejor plan de datos será quien gane el mercado.

El mercado de banda ancha móvil en México es prometedor, según AMIPCI (Asociación Mexicana de Internet) existen más usuarios con la posibilidad de acceder a Internet por medio de teléfonos móviles que computadoras con acceso a Internet en el país [31]. Pero también, cifras de AMIPCI revelan que la mayoría de esos teléfonos móviles, con capacidad para la conexión a Internet, no están siendo utilizados para ello [32], por no contar con un plan de datos. Esto se muestra en las figuras 11 y 12. Es decir, existe un potencial número de clientes con posibilidades de acceso a Internet en sus equipos móviles, y este mercado es aprovechable, ya que por lo menos del lado del usuario ya se cuenta con alguna tecnología para hacerlo.

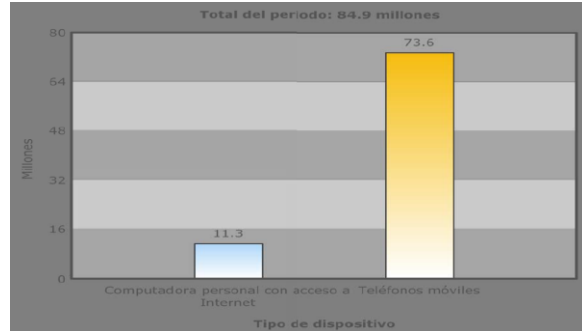


Figura 11. Dispositivos con posibilidad de acceder a Internet, AMIPCI, 2009 [31].

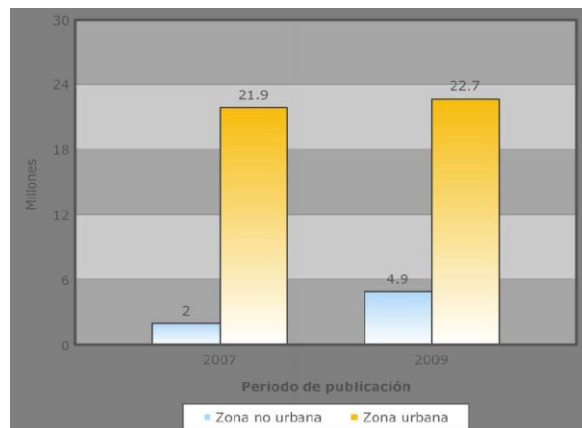


Figura 12. Cantidad de internautas por zona, AMIPCI, 2007-2009 [32].

En cuanto a qué tecnología será la dominante en México, es muy posible que LTE sea la preferentemente utilizada por los grandes operadores para brindar el servicio de última milla a sus usuarios. Pero en ubicaciones donde no es posible una comunicación entre estaciones base por medios guiados, sería preferente utilizar WiMAX como *backhaul*, ya que de hecho, como se ha mencionado, existen redes operativas de este tipo a lo largo de todo el país, y puede decirse que WiMAX es una tecnología madura y probada. Así que el panorama pinta un escenario donde ambas tecnologías coexistan. Lo que es cierto es que entre más pronto se introduzcan al mercado, más pronto se decidirá quién dominará el mercado de la banda ancha móvil en México.

En cuanto a legislación se refiere, es evidente que hace falta revisar la regulación existente, ya que las leyes se encuentran ambiguas o no contemplan posibles escenarios, lo cual lleva a la interpretación por parte de los competidores [19, 25], aunque es claro que las alianzas entre grupos de empresarios para competir contra los gigantes del mercado siempre traen consecuencias buenas para los usuarios, ya que ofrecer

servicios de alta calidad a buen precio siempre es atractivo, y si existen leyes de portabilidad numérica, y la tecnología es capaz de soportar la demanda, entonces sólo se requiere dar el paso que tanto se necesita en México, ya que se cuenta con ambas tecnologías y una regulación (aunque a veces no muy clara).

Agradecimientos: Los autores agradecen al CONACYT y al Instituto Politécnico Nacional, en particular a la ESIME, ESCOM, CECyT No. 1, CIC, SIP, COFAA, el apoyo para la realización de este trabajo.

8. Referencias.

- [1] ITU-R M.2134, "Requirements related to technical performance for IMT-Advanced radio interface(s)"; http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2134-2008-PDF-E.pdf.
- [2] Parkvall, Stefan et al. "Evolution of LTE toward IMT-Advanced," *IEEE Communications Magazine*, vol. 49, no. 2, Feb. 2011.
- [3] Ahmadi, Sassan. "An Overview of Next-Generation Mobile WiMAX Technology," *IEEE Communications Magazine*, vol. 47, no. 6, Jun. 2009.
- [4] Muntean, Vasile. "WiMAX versus LTE – An overview of technical aspects for Next-Generation Networks technologies," *9th International Symposium on Electronics and Telecommunications (ISETC), 2010*, Timișoara, Rumania, Nov. 2010.
- [5] Martínez-Castillo, Jaime. et al. "IEEE 802.16 WiMAX. Un estudio del acceso inalámbrico en México" *6th International Conference on Electrical and Electronics Engineering Research (CIIIEE) 2008*, Aguascalientes, México, Nov. 2008.
- [6] Larmo, Anna, et al. "The LTE Link Layer Design," *IEEE Communications Magazine*, vol. 47, no. 4, Apr. 2009.
- [7] Loong, Boon, with NEC-Australia. "Recent Advances in LTE-A, Physical Layer Perspective" presented in *Technology and Business Panel during the Wireless Communications & Networking Conference, 2010*, Sydney, Australia, Apr. 2010.
- [8] INEGI-COFETEL. Encuesta sobre disponibilidad y usos de las TIC's. Usuarios de Internet en México, Dic. 2010. <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/temas/Sociodem/notatinf212.asp>, http://www.cft.gob.mx/work/models/Cofetel_2008/Resouce/5999/INEGL_COFETEL_2010.pdf.
- [9] Mora, Juan José de la. Foro: "Una Agenda Digital para Transformar a México," Mesa 2: "Sociedad y Agenda Digital", Senado de la República, México, D.F., Sep. 2010. http://www.senado.gob.mx/comisiones/LX/cyt/content/cuadros/agenda_digital/docs/Juan_Jose_Mora.pdf
- [10] e-mexico. Nota en portal "Ofrecerá SCT servicios de voz, datos y video". Nov. 2010. <http://e-mexico.mine.nu/es/e-mexico/noticias-y-eventos/noticias/ofrecera-sct-servicios-de-voz-datos-y-video-en-todo-el-pais-sociedad-de-la-informacion>.
- [11] Iusacel. Nota informativa en portal "4G La Red más Rápida de México". http://www.iusacell.com.mx/New_Site/Promos/4G/4g.html.
- [12] CNN Expansion.com. Nota en portal "COFETEL desestima estrategia de Telcel,". Abr. 2010. <http://www.cnnexpansion.com/tecnologia/2010/04/14/telcel-cofetel-celulares-cnnexpansion>.
- [13] CNN Expansion.com. Nota en portal "Telefónica presenta el 4G en México,". Ago. 2010. <http://www.cnnexpansion.com/tecnologia/2010/08/13/telefonica-presenta-el-4g-en-mexico>.
- [14] Aliado Digital. Nota en portal "México: América Móvil planea servicios 4G,". Jul. 2010. <http://www.aliadodigital.com/2010/07/mexico-america-movil-planea-servicios-4g/>
- [15] Poder PDA. Nota en portal "Redes Celulares, Su Evolución en México". May. 2010. <http://www.poderpda.com/noticias/detalles-sobre-las-redes-hspa-la-nueva-red-de-iusacell/>
- [16] CNN Expansion.com. Nota en portal "La COFETEL analiza licitación de 4G. Ene. 2010. <http://www.cnnexpansion.com/economia/2010/01/01/la-cofetel-analiza-licitacion-de-4g>
- [17] Periódico Excelsior. Nota en portal "MVS firma alianza para banda ancha, Internet 4G está listo". Abr. 2011. http://excelsior.com.mx/index.php?m=nota&id_nota=728007.
- [18] Periódico La Jornada. Nota en portal: "Detalla CFC multa a Telcel por prácticas monopólicas relativas". Abr. 2011. <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2011/04/24/detall-a-cfc-multa-a-telcel-por-practicas-monopolicas-relativas>
- [19] Periódico El Universal. Nota en portal: "Califica Telcel de arbitraria e ilegal la multa de CFC". Abr. 2011. <http://www.eluniversal.com.mx/notas/761575.html>
- [20] CNNExpansion.com. Nota en portal: "Iusacel lanza nueva demanda a Telcel". Abr. 2011. <http://www.cnnexpansion.com/negocios/2011/04/04/telcel-bloquea-el-cambio-de-compania>
- [21] Periódico El Universal. Nota en portal: "COFETEL revisará registro de tarifas al público". Abr. 2011. <http://www.eluniversal.com.mx/finanzas/85912.html>
- [22] Periódico El Universal. Nota en portal: "COFETEL cuestiona servicio en celulares". Abr. 2011. <http://www.eluniversal.com.mx/finanzas/85916.html>
- [23] Periódico El Universal. Nota en portal: "COFETEL prepara nuevo fallo contra Telcel". Abr. 2011. <http://www.eluniversal.com.mx/finanzas/85911.html>
- [24] Informador.com.mx. Nota en portal: "Demanda Iusacel a Telcel por prácticas discriminatorias". Mar. 2011. <http://www.informador.com.mx/economia/2011/281652/6/demanda-iusacel-a-telcel-por-practicas-discriminatorias.htm>

- [25] Periódico El Universal. Nota en portal: “Telcel no reconoce su poder de dominancia”. Abr. 2011.
<http://www.eluniversal.com.mx/columnas/89319.html>
- [26] El Economista.mx. Nota en portal: “Ven con buenos ojos la llegada de Televisa a los servicios móviles”. Abr. 2011.
<http://eleconomista.com.mx/industrias/2011/04/19/ven-buenos-ojos-llegada-televisa-servicios-moviles>
- [27] COFETEL. “CONVOCATORIA para el procedimiento de licitación pública para el otorgamiento de concesiones para el uso, aprovechamiento y explotación de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para el acceso inalámbrico (Licitación No. 21).”
http://www.cft.gob.mx/es/Cofetel_2008/convocatoria_licitacion_21
- [28] Periódico La Jornada. Nota en portal: “Defiende Calderón la licitación 21”. Oct. 2010.
<http://www.jornada.unam.mx/2010/10/05/index.php?seccion=economia&article=023n1eco>
- [29] Periódico La Jornada. Nota en portal: “Piden detener la licitación 21; la COFETEL violentó la Constitución”. Ago. 2010.
<http://www.jornada.unam.mx/2010/10/05/index.php?seccion=economia&article=023n1eco>
- [30] El Economista.mx. Nota en portal: “Con alianza Televisa Iusacell, precios bajos”. Abr. 2011.
<http://eleconomista.com.mx/industrias/2011/04/12/alianza-televisa-iusacell-precios-bajos>
- [31] AMIPCI. Estudio “Hábitos de Internet. Infraestructura tecnológica; Dispositivos con posibilidad de acceder a Internet y su distribución por tipo y crecimiento”. AMIPCI 2009.
<http://estudios.amipci.org.mx:8080/mashboard/main.jsp>
- [32] AMIPCI. Estudio “Hábitos de Internet. Cantidad de internautas y su evolución por tipo de zona”. AMIPCI 2009.
<http://estudios.amipci.org.mx:8080/mashboard/main.jsp>
- [33] Conti, Juan Pablo. “LTE vs. WiMAX: the battle continues”. *IET Journal on Engineering & Technology*. Vol. 5, no. 14, Sep-Oct. 2010.
- [34] PhoneArena.com. Nota en portal: “Verizon LTE vs. T-Mobile HSPA+ vs. Sprint WiMAX”. Feb. 2011.
http://www.phonearena.com/news/Verizon-LTE-vs-T-Mobile-HSPA-vs-Sprint-WiMAX_id16416
- [35] WiMAX.com. Nota en portal “Why the WiMAX vs. LTE Battle isn’t a Battle. 2011.
<http://www.wimax.com/lte/why-the-wimax-vs-lte-battle-isnt-a-battle>
- [36] Abichar, Zakhia, et al. “WiMAX vs. LTE: Who Will Lead the Broadband Mobile Internet?” *IT Professional, by the IEEE Computer Society* Vol. 12, No. 3, May-June, 2010.
- [37]<http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2011/06/07/174924493-suspende-cfc-multa-de-casi-12-mil-mdp-a-telcel>

9. Curriculum vitae.

Marco Antonio Hernández Pérez es Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ESIME Unidad Zacatenco del IPN (2008). Ganador de las Preseas Lázaro Cárdenas y Amalia Solórzano de Cárdenas en 2008, así como ser reconocido por la ANFEI como el mejor egresado de la licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica de la ESIME (2008). Actualmente, es estudiante de la Maestría en Ciencias de Ingeniería de Telecomunicaciones en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME.

Chadwick Carreto Arellano es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Morelia, Michoacán (1998). Maestro en Ciencias Computacionales por el Centro de Investigación en Computación, CIC del IPN (2004). Candidato a Doctor en Ciencias por el Centro de Investigación en Computación del IPN (2008). Actualmente, Profesor – Colegiado de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Computación del IPN.

Salvador Álvarez Ballesteros es Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del IPN. Realizó sus estudios de posgrado en Ingeniería Eléctrica en el convenio UNESCO – IPN y en el CINVESTAV; de pedagogía, en el ICYTEG. Ha sido director de innumerables proyectos de investigación y autor de múltiples artículos relacionados con Ingeniería y con Educación. Actualmente, dirige el proyecto de investigación “Posgrado en educación en tecnología, cimentado en las TIC para un IPN moderno” y es profesor investigador en el área de Telecomunicaciones de la SEPI/ ESIME-Z del IPN.