

EHAS: Una alternativa de conectividad para el Sistema de Salud Pública del Cauca

Álvaro Rendón Gallón – arendon@unicauca.edu.co

María Fernanda Dulcey Morán – mafe@unicauca.edu.co

Eva Juliana Maya Ortiz – emaya@unicauca.edu.co

Grupo de Ingeniería Telemática

Resumen

La Universidad del Cauca, en asocio con otras instituciones del consorcio EHAS, ha desplegado en varios municipios del Departamento del Cauca una red de telecomunicaciones que emplea sistemas de radio VHF, HF y WiFi para la prestación de servicios de voz y datos de bajo costo. Sobre esta red se han desarrollado servicios de intercambio y acceso a información que pretenden cubrir las necesidades identificadas en la red de salud pública rural, tales como la coordinación médica, la formación, la vigilancia epidemiológica, la referencia y contrarreferencia de pacientes, y la ruptura del aislamiento en que se encuentran los profesionales que trabajan en los centros rurales. Se describen la red y los servicios desplegados y se presentan los resultados de la evaluación realizada.

INTRODUCCIÓN

El Departamento del Cauca tiene grandes necesidades identificadas en su red de salud pública que hacen pertinente una solución de telemedicina, pero las dificultades asociadas al entorno a varios niveles son igualmente grandes. En el campo económico sufre altas tasas de desempleo, una inversión afectada gravemente por la presencia episódica de guerrilla y paramilitares, y limitaciones de acceso de la producción agrícola a los mercados. En el campo de la salud, un bajo porcentaje de la población está afiliado al sistema de seguridad social mediante el régimen contributivo o subsidiado, por lo que la mayoría carece de protección directa, y son cubiertos por el sistema público de salud bajo la responsabilidad de las alcaldías municipales. La ausencia de infraestructuras de comunicación adecuadas en las zonas más remotas, como la costa pacífica (Figura 1), la bota caucana, e incluso regiones de la Cordillera Central, supone una grave dificultad para la coordinación de las acciones en

salud y produce además una gran sensación de aislamiento social y profesional del personal de salud rural debido al estado de violencia que vive el país, a las deficiencias socioeconómicas y a las difíciles condiciones geográficas.

En Colombia existen muchos proyectos de telemedicina, pero muy pocos en zonas tan complicadas como las montañas y la selva del pacífico del Departamento del Cauca. La tecnología utilizada por la empresa Vision Technology Groupe VTG, especializada en tele-radiología (Benítez, 2001), permitió el envío y telediagnóstico de más de 360.000 radiografías digitalizadas, pero se mantuvo en el ámbito de la zona urbana de ciudades de los departamentos de Cundinamarca y Atlántico. El proyecto de telemedicina de la



Figura 1. Puesto de salud de Santa María (Timbiquí)

Universidad Nacional de Colombia y el Instituto Tecnológico de Electrónica y Comunicaciones (ITEC) de Telecom (Empresa Nacional de Telecomunicaciones de Colombia) pretendía alcanzar zonas de selva colombiana (Departamento de Amazonas), pero se quedó en el nivel hospitalario, sin reportar casos tratados desde el nivel de atención primaria (ORAS, 2003). El proyecto de teleconsulta de la Universidad de Caldas, si bien tiene una proyección nacional, ha permitido hasta el momento crear la "red hospitalaria del Departamento de Caldas", y se convierte así en uno de los proyectos con mayor proyección a corto plazo del país. Por su parte, el de la empresa Ecopetrol, basado en servicios de teleconsulta y telediagnóstico a través de videoconferencia, es accesible únicamente para trabajadores de la empresa. Ninguno de estos proyectos utiliza tecnología de comunicación basada en radio, idónea a nuestro entender para lograr la sostenibilidad económica en una zona donde no hay una red de telecomunicaciones fija y los recursos económicos son escasos. Muchos de los proyectos de telemedicina de países en desarrollo no han resultado viables por los excesivos costos de comunicación.

El Grupo de Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca, en asocio con el Departamento de Medicina Social y Salud Familiar, y el Grupo de I+D en Tecnologías de las Radiocomunicaciones, se incorporó al Programa EHAS (Enlace Hispano-Americano de Salud) (Martínez, Villarroel, Seoane, y Del Pozo, 2004b) (EHAS, 2006), en el marco del cual ha realizado una experiencia piloto de telemedicina rural para contribuir a la eficiencia del sistema de salud pública del Cauca. El objetivo del programa EHAS, liderado por el Grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la Universidad Politécnica de Madrid y la ONG para el Desarrollo Ingeniería Sin Fronteras, es mejorar las

condiciones de trabajo del personal de salud rural, trabajando en dos campos: la infraestructura de telecomunicaciones en los establecimientos rurales, y los servicios de información para salud.

En el campo de la infraestructura de telecomunicaciones, inexistente o muy deficiente en los sitios de actuación, el programa ha adoptado una estrategia base de usar tecnología apropiada y de bajo costo, adoptando soluciones de redes mixtas de voz y datos sobre sistemas inalámbricos VHF, HF y WiFi, y conectándose a los sistemas existentes (telefonía fija, móvil, acceso satelital, etc.) donde ello es posible. En Colombia se trabaja en la creación de una red de alta velocidad que permita la interconexión de los principales establecimientos de salud de las zonas de intervención con el hospital regional y la Dirección Departamental de Salud del Cauca, así como el desarrollo de una red de voz y datos de baja velocidad que interconecte cada uno de estos establecimientos principales con los puestos de salud remotos que dependan de ellos.

En cuanto a los servicios de información, se está dotando a los establecimientos ya interconectados con los servicios básicos de acceso a Internet (en los hospitales y en los puestos de salud con WiFi), correo electrónico y mensajería instantánea (*chat*), y por encima de ellos, acceso a documentación médica y formación a distancia. Además se tienen en estudio los mecanismos de implantación de los servicios de apoyo al sistema de vigilancia epidemiológica, la referencia y contrarreferencia de pacientes y la teleconsulta en caso de dudas diagnósticas o de tratamiento.

Todo el trabajo técnico y en salud está complementado con una evaluación de viabilidad técnica y económica, así como un estudio de impacto en los procesos de atención sanitaria y en la salud de las comunidades.

RED DE TELECOMUNICACIONES

Esquema General

La red de telecomunicaciones del Programa EHAS busca suplir dos necesidades: establecer enlaces de voz y datos entre los hospitales rurales y los puestos de salud que dependen de ellos, y brindar acceso a Internet a los hospitales, cuando éstos no lo tienen (Figura 2).

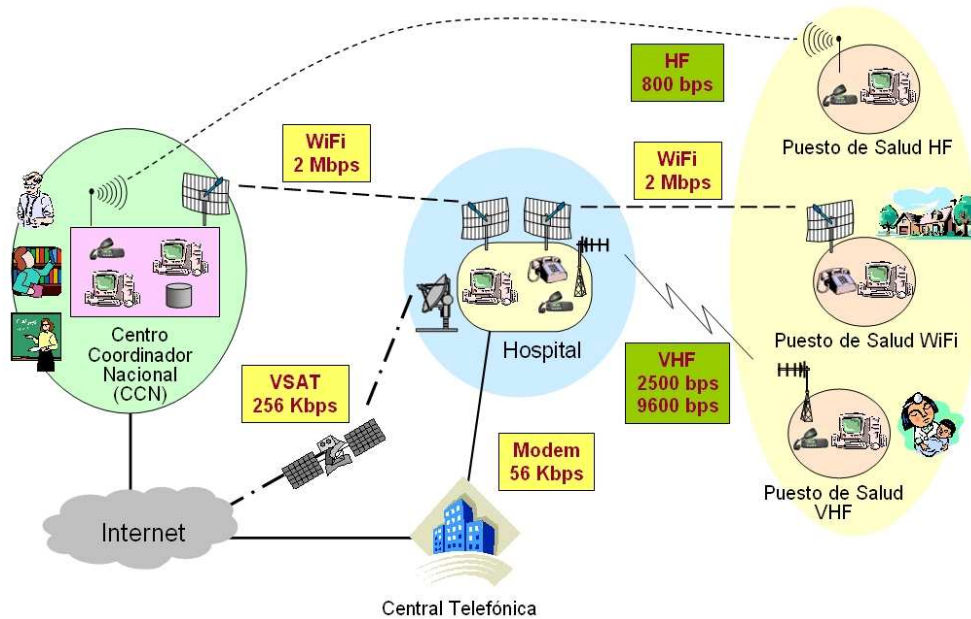


Figura 2. Red de Telecomunicaciones EHAS

En los puestos de salud se instala un radio, un computador y una impresora (Figura 3). Con la radio, el personal de salud puede realizar comunicaciones de voz, que son las más urgentes. El computador, por su parte, dispone de un radio-modem implementado con su tarjeta de sonido, que va unido a la radio y permite enviar y recibir correo electrónico.

En la mayoría de los casos, los radios utilizados en los puestos de salud funcionan en la banda de VHF (puesto de salud VHF en la Figura 2), que permite alcanzar velocidades de transmisión de datos que van desde 2.500 hasta 9.600 bps, dependiendo de las condiciones del enlace. Sin embargo, en algunos sitios las condiciones de propagación no son las adecuadas para esta banda y se debe recurrir a la banda de HF (puesto de salud HF). Esta tiene propagación ionosférica, por lo que puede superar cualquier obstáculo que aparezca sobre el terreno, pero a cambio sólo permite velocidades de transmisión de datos de hasta 800 bps y los enlaces no pueden ser de corta distancia. Por esta última razón, los puestos de salud con radios HF no se comunican directamente con su hospital de referencia, sino con el Centro de Coordinación Nacional (CCN) del Programa EHAS, que en el caso de Colombia se encuentra en la Universidad del Cauca.

Otra alternativa de conexión de los puestos de salud, que está siendo probada recientemente, consiste en el uso de WiFi (estándar IEEE 802.11b/g) (IEEE, 2001), que utiliza la banda de microondas para establecer enlaces de datos de alta velocidad de hasta 10 Mbps en largas distancias (puesto de salud WiFi). En este caso, y con el fin de dar las mayores garantías a la comunicación de voz, que se considera prioritaria, en el puesto de salud se instala un terminal WiFi autónomo con dos puertos Ethernet independientes; uno de ellos para un adaptador VoIP (Voz sobre IP) que permite la conexión de un teléfono convencional, y el otro para la conexión del computador. La tecnología WiFi es muy exigente en cuanto a la ausencia de obstáculos entre las antenas, por lo que su uso está fuertemente condicionado por la topografía del terreno.



Figura 3. Equipos del Puesto de Salud

Todos los puestos de salud, exceptuando los que tienen radios HF, quedan conectados a su hospital de referencia conformando una micro-red. Para las comunicaciones de voz se utilizan los radios de VHF o, en los puestos de salud con enlaces WiFi, Telefonía IP. Para las comunicaciones de datos se utiliza correo electrónico y mensajería instantánea (*chat*).

En los hospitales se instala un servidor de correo electrónico, capaz de gestionar todos los mensajes locales de su micro-red, los cuales llegan y se envían desde/hacia los puestos de salud por los enlaces de radio. Este tráfico interno de la micro-red, que puede llegar a ser el porcentaje mayoritario, no tiene costos de comunicación. Por su parte, los mensajes hacia/desde el exterior son tramitados por el servidor a través de la conexión que el hospital tiene a Internet. De esta manera se optimiza el costo del acceso a Internet del hospital, pues el enlace presta servicio a todos los establecimientos de la micro-red.

La conexión a Internet de los hospitales considera como primera alternativa el tradicional acceso telefónico, que brinda una velocidad nominal máxima de 56 Kbps. En este caso, el servidor de correo electrónico hace una llamada telefónica cada tres horas para enviar y recibir todo el correo que debe salir y entrar de/a la micro-red.

Una segunda alternativa, introducida en el Programa EHAS por la Universidad del Cauca en 2000, consiste en utilizar un enlace WiFi para conectar el hospital con su proveedor del servicio de Internet. De esta manera se obtiene un acceso con muy buen ancho de banda (2 Mbps para distancias de 40 Km), que abre la posibilidad de prestar diversos servicios de telemedicina (tele-radiología, tele-dermatología, etc.) en los hospitales rurales. En este caso, se instala en el hospital un servidor de comunicaciones que debe funcionar como pasarela entre el acceso WiFi y los enlaces VHF.

Como tercera alternativa de conectividad en los hospitales, se tiene finalmente los accesos satelitales, como los instalados por el Programa Compartel en Banda Ancha para Instituciones Públicas en Colombia (Compartel, 2006). Estos accesos ofrecen velocidades de 128 y 256 Kbps, dependiendo del tipo, y requieren también una pasarela similar a la de WiFi.

Equipos de los Establecimientos de Salud

Los puestos de salud VHF se dotan con un computador personal con tarjeta de sonido para el radio-módem, una impresora de matriz de puntos, un radio de VHF Motorola PRO3100 (Motorola, 2006) y una antena Yagui. El radio se conecta al computador mediante una tarjeta de interfaz, denominada Placa PTT en referencia al control *Push To Talk*, que adapta las señales de audio para la tarjeta de sonido que hace las veces de radio-módem, y contiene circuitos que le permiten al computador controlar algunas funciones del radio. A esta tarjeta se le han agregado otras funciones de monitoreo de las instalaciones del puesto de salud, como el nivel del agua de las baterías.

Según las condiciones de propagación de las ondas de radio, se utilizan mástiles de 3 ó 6 m para soportar la antena, o torres de comunicaciones autosoportadas de 15 ó 30 m. En los sitios donde no se cuenta con suministro eléctrico estable, el sistema está alimentado por energía solar; en tales casos, y con el fin de reducir el consumo de potencia, los computadores se ensamblan a partir de tarjetas Mini-ITX VIA EPIA M10000 (VIA Technologies, 2006) y se usan monitores de pantalla plana.

En los puestos de salud HF se utiliza un radio Kenwood TK-80 (Kenwood, 2006) y una antena dipolo, y se mantiene el resto de la configuración.

En los puestos de salud WiFi, en lugar de radio se instala un terminal WiFi, que consta de una tarjeta de microcomputador Soekris Net4511 (Soekris Engineering, 2006) con una tarjeta WLAN Proxim ORINOCO 11 b/g Card (Proxim Wireless Corporation, 2006), más un Adaptador

para Teléfonos Analógicos (ATA) para VoIP para la conexión de un teléfono convencional. La antena es de tipo una grilla de 24 dBi.

Por las facilidades de implementación del protocolo de transmisión de datos, pero también para evitar comprometer a las administraciones de salud con el pago de licencias, los programas que se instalan en los computadores son de libre distribución: el sistema operativo Linux Ubuntu Hoary (Ubuntu, 2006), el entorno gráfico Gnome (Gnome, 2006), las utilidades de oficina OpenOffice (Sun Microsystems, 2006), el navegador Mozilla (Mozilla Foundation, 2006), y AX.25 Proxy, una aplicación desarrollada en el proyecto para la transmisión de datos por radio, que utiliza una adaptación del protocolo X.25 para canales de radio semiduplex.

En los hospitales se instala un servidor de comunicaciones que consiste en un computador personal equipado con una tarjeta de red para la conexión con la intranet del establecimiento, una tarjeta WLAN Proxim ORINOCO 11 b/g para el acceso a Internet vía WiFi, una tarjeta de sonido para el radio-módem, y además un radio VHF Motorola PRO3100 para los enlaces con los puestos de salud. Cuando el servidor atiende también puestos de salud WiFi, se instala adicionalmente una tarjeta WLAN Proxim Orinoco 11b/g, y un ATA para VoIP con un teléfono convencional.

El servidor tiene instalado el sistema operativo Linux Ubuntu Hoary, habilitado para AX.25 y WiFi, más Postfix (Postfix, 2006) para la gestión del correo electrónico, y BIND (Internet Systems Consortium, 2006) como servidor de nombres.

En este servidor se instala también la aplicación Asterisk (Asterisk, 2006) para prestar el servicio de Telefonía IP entre los puestos de salud WiFi, y entre éstos y el hospital. Asterisk ha sido adaptada para funcionar además como pasarela entre los usuarios de VHF y los usuarios de Telefonía IP, de modo que pueden comunicarse entre ellos, y para permitirles a todos generar y recibir llamadas hacia/desde la red telefónica pública.

Red de Telecomunicaciones EHAS en el Cauca

La red de telecomunicaciones del Programa EHAS en Colombia (Figura 4) consta de cinco subredes, basadas en sendos hospitales del Departamento del Cauca. En orden de instalación son: Silvia (Hospital San Carlos), Guambía (Hospital Mamá Dominga) y Jambaló (Hospital de Jambaló), en las montañas de la Cordillera Central, y Timbiquí (Hospital Santa Bárbara) y Guapi (Hospital San Francisco de Asís), en la selvática costa pacífica del Departamento.

La subred de Silvia consta del Hospital San Carlos, en la cabecera municipal, y nueve puestos de salud: Usenda, Pitayó, Quizgó, Miraflores, La Estrella, Tumburao, Quichaya, Vallenuuevo y Santa Lucía. La conexión a Internet del Hospital San Carlos es provista por la Universidad del Cauca a través de un enlace WiFi de 42 Km en dos saltos (línea roja continua en la Figura 4). El primer salto va de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones (FIET), en Popayán, a la torre del repetidor de la emisora Namuy Wuam en el cerro Nueva Guambía, en el Resguardo Indígena de Guambía, con una distancia de 36 Km y una velocidad de 2 Mbps. El segundo salto va del repetidor al hospital, con una distancia de 6 Km.



Figura 4. Red EHAS Cauca

Siete puestos de salud están conectados con el Hospital San Carlos a través de enlaces VHF: Usenda, Pitayó, Quizgó, Miraflores, La Estrella, Quichaya y Vallenuuevo. La topografía montañosa de la zona ha obligado a utilizar también un repetidor de VHF, que fue localizado en el mismo cerro Nueva Guambía, para posibilitar la conexión de algunos de estos puestos de salud. Esta solución no bastó, sin embargo, para los puestos de salud Tumburao y Santa Lucía, donde se tuvo que instalar radios HF que los comunican directamente con la sede de la Universidad del Cauca en Popayán.

La subred de Guambía consta del Hospital Mamá Dominga y siete puestos de salud: El Cacique, La Campana, Sierra Morena, Santa Clara, El Trébol, Agua Bonita y El Cofre, todos en el Resguardo Indígena de Guambía, localizado en el Municipio de Silvia. La conexión a Internet del Hospital Mamá Dominga es provista también por la Universidad del Cauca, a través del enlace WiFi que va al cerro Nueva Guambía, con un salto de poco más de 1 Km.

Todos los puestos de salud, con la excepción de Agua Bonita, están conectados al Hospital Mamá Dominga mediante enlaces VHF, utilizando así mismo algunos de ellos el repetidor VHF del cerro Nueva Guambía. El puesto de salud Agua Bonita está conectado directamente a Popayán a través de un enlace HF.

En Jambaló, la subred consta del Hospital, localizado en la cabecera municipal, el Centro de Salud de Loma Redonda, y los puestos de salud de La Mina y Loma Gruesa. En este caso las montañas hicieron inviable una conexión WiFi desde Silvia o Popayán, por lo que fue necesario utilizar una estación satelital. La estación se instaló en la alcaldía municipal, y desde allí se estableció un enlace WiFi de 200 m aprox. hasta el hospital.

A pesar de la irregularidad del terreno, el centro de salud y los dos puestos de salud se conectaron directamente al hospital mediante enlaces VHF.

La subred de Timbiquí incluye el Hospital Santa Bárbara, en la cabecera municipal, cuatro puestos de salud (Puerto Saija, Santa Rosa de Saija, Aguaclarita y Santa María), y el Centro de Salud de Noanamito en el vecino municipio de López de Micay. La conexión a Internet en el Hospital Santa Bárbara tiene dos opciones. La primera de ellas consiste en un enlace WiFi de 130 Km desde Popayán, que utiliza un repetidor en el cerro Santana, en la Cordillera Central. La distancia del salto desde la FIET, en Popayán, hasta el repetidor es de 41 Km, y desde el repetidor hasta el Hospital Santa Bárbara es de 88,5 Km. Este enlace se encuentra en período de prueba, y ofrece una velocidad efectiva de 1,3 Mbps, siendo uno de los enlaces WiFi más largos de que tengamos noticia.

La otra opción consiste en un acceso satelital del Programa Compartel, que fue adjudicado al hospital e instalado después de iniciado el proyecto EHAS. El enlace WiFi será utilizado como acceso primario por proveer mayor velocidad, y el enlace satelital será usado como enlace de respaldo.

Los cuatro puestos de salud de Timbiquí y el Centro de Salud de Noanamito están conectados al Hospital Santa Bárbara mediante enlaces VHF. Esta ha sido la subred más difícil de instalar, por las distancias y las condiciones del transporte. Se trata de localidades muy alejadas, a donde sólo se llega por transporte fluvial. Por ejemplo, el viaje de ida a Aguaclarita, que es una comunidad indígena de la familia Embera, requiere todo el día cuando los ríos están llenos.

La subred de Guapi, la última en ser instalada, consta del Hospital San Francisco de Asís, en la cabecera municipal, y cinco puestos de salud: Limones, San José de Guare, San Antonio de Guajuí, Chanzará y El Naranjo. El acceso a Internet del hospital es provisto por una estación satelital instalada por el Programa Compartel. Se tiene prevista la instalación de un enlace WiFi hasta el Hospital Santa Bárbara, pero está pendiente de la gestión de los recursos.

La subred había sido diseñada de modo que los puestos de salud de Limones y El Naranjo se conectarían al hospital mediante enlaces WiFi. Sin embargo, el enlace con El Naranjo, distante 20 Km del hospital, no se pudo establecer. Así pues, cuatro puestos de salud (San José de Guare, San Antonio de Guajuí, Chanzará, y El Naranjo) están conectados por enlaces VHF, y uno (Limones) por un enlace WiFi.

Sistema de Gestión de la Red EHAS

Los principales componentes de las redes EHAS son las estaciones VHF, HF y WiFi, localizadas en los puestos de salud, y los enrutadores inalámbricos de los enlaces WiFi, localizados en los repetidores. Todos estos equipos se encuentran en sitios remotos y aislados, por lo que se requiere un sistema centralizado de gestión de la red que permita saber lo más pronto posible si existe algún problema, con el fin de identificar su causa, tomar decisiones y realizar acciones sobre los equipos en forma remota para resolverlo oportunamente, y así prevenir las fallas o reducir su impacto en la operación de la red.

Un equipo de trabajo conjunto de la Universidad del Cauca, la Universidad Politécnica de Madrid y la Fundación EHAS desarrolló un sistema para la gestión de las estaciones y los enrutadores inalámbricos, teniendo en cuenta las características particulares de las redes EHAS (Sánchez, Ramos, Maya, 2006). Las estaciones VHF y HF por naturaleza están desconectadas, es decir, no tienen una conexión permanente con los servidores, sino sólo cuando están "al aire"; y los enrutadores inalámbricos, que idealmente deberían permanecer conectados, pueden tener períodos de desconexión producidos generalmente por fallas en los equipos de potencia de las estaciones repetidoras, localizadas en las alturas andinas. Bajo estas condiciones, el sistema de gestión no debe depender de la conectividad entre el equipo gestor y los equipos gestionados para realizar sus tareas de monitoreo y control. En lugar de ello, se adoptó una estrategia por la cual los equipos gestionados recolectan su propia información de gestión y toman la iniciativa de enviarla en el momento en que su conexión está disponible. Además, teniendo en consideración que las velocidades de conexión de las estaciones VHF y HF sólo les permiten comunicarse mediante correo electrónico, se decidió que el medio de transporte de la información entre los

equipos gestionados y el equipo gestor fuera el correo electrónico. La arquitectura del sistema de gestión se muestra en la Figura 5.

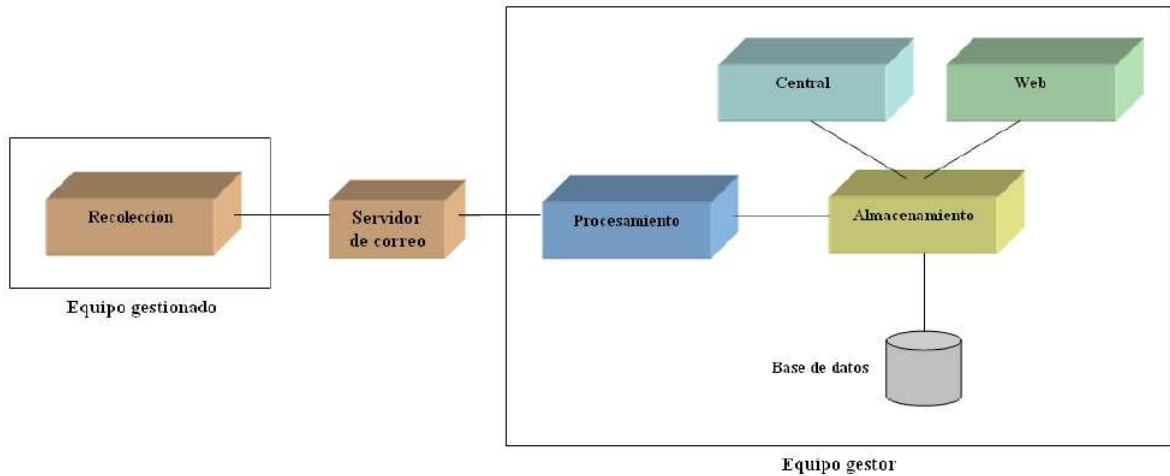


Figura 5. Arquitectura del Sistema de Gestión de la Red EHAS

En el Equipo gestionado, el módulo Recolección obtiene la información de gestión del equipo, la comprime y la envía como adjunto en un correo electrónico al Equipo gestor. En el Equipo gestor, el módulo Procesamiento obtiene los correos que llegan de los equipos gestionados con la información de gestión, captura el adjunto de cada correo, lo descomprime y obtiene los datos de gestión, e inserta éstos en la Base de datos; además, realiza la adición y actualización de equipos en el sistema. El módulo Central realiza el monitoreo y control, es decir, las tareas de gestión propiamente dichas. El módulo Almacenamiento es el encargado de administrar la Base de datos interactuando con los demás módulos. El módulo Web permite a los usuarios acceder a la información de la Base de datos usando un navegador.

Un componente fundamental de la información de gestión recogida por los equipos gestionados son los registros de funcionamiento (*logs*). Con el fin de ofrecer una idea de las posibilidades del sistema de gestión desarrollado, se describen de manera general los distintos tipos de registro generados.

Registro de información del sistema:

- Nombre del equipo
- Paquetes instalados (aplicaciones)
- Tabla de particiones
- Sistema de archivos
- Memoria
- Hardware PCI
- Hardware USB
- Hardware PCMCIA



- Información de configuración
- Información de configuración de gestión

Registro de cada 5 minutos:

- Temperatura y estado de la CPU.
- Tiempo en el que la estación ha estado encendida.
- Interfaces. La información registrada depende del tipo de interfaz. Por ejemplo, para todas las interfaces: paquetes, *bytes* y errores de transmisión y recepción; para las interfaces inalámbricas: punto de acceso, tasa de bits, nivel de señal y nivel de ruido; para las tarjetas WiFi Prism: octetos *unicast* y *multicast* transmitidos y recibidos; para las tarjetas WiFi Atheros: reintentos fallidos en transmisión y fallas por CRC malo en recepción; para los clientes de las tarjetas WiFi Prism: nivel de señal, nivel de ruido, tasa de bits, paquetes de 1, 2, 5 y 11 Mbps en transmisión y recepción; y para los clientes de las tarjetas WiFi Atheros: nivel de señal y nivel de ruido, entre otros.

Registro de informe de supervivencia (*alive*):

- Cada equipo gestionado envía un mensaje indicando que está activo, con un período configurable. Si el período es inferior a 1 día, el mensaje lleva adjunta la información de gestión de las interfaces monitoreadas, pero si el período es superior a 1 día, esta información se envía junto con el Registro diario.

Registro diario:

- Estado de discos duros. Se utiliza Smarttools que permite conocer si hubo algún problema o si va a haber alguno en las próximas horas, etc.
- Caídas del sistema.
- Espacio total, usado y disponible los discos duros, en *bytes* e *inodos*.
- Estadísticas de la CPU. Se analizan los datos del Registro de cada 5 minutos y se determina el valor y hora de la temperatura mínima, el valor y hora de la temperatura máxima, el valor promedio de temperatura, el estado de la CPU, etc.
- Estadísticas de encendido. Se leen los datos almacenados en el Registro de cada 5 minutos y se determinan los intervalos de tiempo en los que el computador estuvo encendido.
- Correo electrónico, placa PTT y conexiones por módem. Número de mensajes entrantes y salientes, etc.; nivel de la batería; coeficiente de pérdidas de retorno y reflexión (SWR), y temperatura de las conexiones de radio.
- Telefonía. Se utiliza un registro de Asterisk que contiene información de tipos de llamadas, extensiones que han realizado llamadas, extensiones que han recibido llamadas, etc.

- Cola de correo postfix y uucp . Número de mensajes a la espera de ser enviados, tamaño en *bytes* de esos mensajes y el tiempo más largo que un mensaje ha estado en la cola.
- Estadísticas uupc. bits/seg, *bytes*, segundos de duración de la comunicación.
- Conexiones por radio. Información de cada conexión VHF y HF, tiempo de uso del *Proxy AX25*, tasa de errores de bits (BER) en VHF y HF, velocidad de transmisión y de recepción en VHF y HF, relación señal a ruido (SNR) máxima, mínima y hora en la que se producen esos valores, promedios de cada una de ellas e intervalo de tiempo en el que se realizaron las medidas.
- Impresoras. Tamaño en *bytes*, número de trabajos y el tiempo más largo que un mensaje ha estado en la cola de la impresora.

El Sistema de Gestión permite adicionar y configurar los equipos en forma automática, identificar los equipos gestionados, desplegar la información de gestión de manera gráfica y textual, manejar eventos, generar alertas y alarmas, y ejecutar acciones sobre los equipos gestionados.

Su desarrollo está basado en un programa de libre distribución, Zabbix (ZABBIX SIA, 2006), una herramienta de monitoreo de redes que puede obtener la información de los equipos gestionados mediante exploración (*polling*) o notificación (*trapping*), y permite desplegar gráficos, datos y mapas, realizar su configuración vía Web y notificar la ocurrencia de eventos predefinidos. Zabbix sólo corre sobre Linux, y requiere PHP, MySQL y Apache.

En el gestor se utilizó esta herramienta con módulos adicionales desarrollados en Perl y PHP, que fueron integrados para obtener la arquitectura definida para el sistema de gestión y complementar su funcionalidad. En los equipos gestionados se utilizaron comandos y registros del sistema operativo para obtener la información de gestión.

En cuanto a la parte Web, se adicionaron cuatro pestañas a la sección de Monitorización de Zabbix. La primera pestaña despliega un árbol con los subdominios y sus equipos, que permite la fácil visualización de la localización de los equipos en la red (Figura 6). La segunda pestaña despliega la información del sistema de un equipo gestionado, es decir, los paquetes instalados, el hardware y la configuración, y además permite guardar localmente esa información. La tercera pestaña permite ejecutar comandos en forma remota y segura sobre una máquina o un grupo de máquinas; a través de esta página se puede pedir el envío del registro que contiene la información del sistema o ejecutar cualquier comando, proporcionando una contraseña y además una dirección de correo electrónico a la que se envía el resultado de la ejecución del

comando. La última pestaña permite el despliegue de registros diarios a partir de una fecha.



Figura 6. Ventana de jerarquía de dominios adicionada a Zabbix

SERVICIOS DE INTERCAMBIO Y ACCESO A INFORMACIÓN

La red de telecomunicaciones EHAS busca mantener, de manera prioritaria, la comunicación de voz entre los establecimientos de salud. Para ello se dispone de los radios en los puestos de salud VHF y HF, y del servicio de Telefonía IP en los puestos de salud WiFi. Pero además de esto, la red permite la prestación de diversos servicios de información, que también pueden apoyar la labor de los trabajadores rurales de salud.

Dada la naturaleza “desconectada” de las estaciones VHF y HF, es decir, que no tienen una conexión permanente con los servidores, los servicios de información que brinda la red EHAS están basados en el correo electrónico. Los servicios que se han puesto en funcionamiento son los de acceso a documentación médica y formación a distancia.

Acceso a Documentación Médica

Este servicio se basa en el concepto de “facilitadores de acceso a información”. El personal de los puestos de salud envía un correo electrónico con una petición de información o aclaración sobre un tema, que normalmente está asociado a actividades puntuales que debe desarrollar, como por ejemplo campañas de vacunación, o el desarrollo de programas verticales (e.g. salud materno-infantil). En el CCN estos “facilitadores” buscan la información requerida en bibliotecas digitales y revistas locales e internacionales, y envían la respuesta, de nuevo por correo electrónico, al personal rural.

Formación a distancia

Una de las mayores ambiciones del Programa EHAS es el aprovechamiento de sus redes de telecomunicaciones para hacer llegar contenidos educativos al personal de salud de los sitios más

remotos, de modo que éste no se vea en desventaja en relación con sus colegas de las ciudades frente a la oportunidad de mantenerse actualizados. Para lograrlo, se han venido haciendo esfuerzos por parte de los equipos de salud y tecnología del consorcio.

Los equipos de salud han elaborado cursos sobre diversos temas que han sido acordados con el propio personal de los establecimientos rurales, de modo que en la actualidad se dispone de una oferta de 25 cursos. Los equipos de tecnología, por su parte, han trabajado con plataformas de tele-educación de libre distribución, para adaptarlas a la naturaleza desconectada de las estaciones EHAS.

La Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad Carlos III de Madrid orientaron su trabajo hacia la plataforma ILIAS (ILIAS, 2006), y desarrollaron un editor de cursos y un transformador de contenidos que permite convertir el curso al formato necesario para viajar por correo electrónico partido en lecciones, así como imprimirlo o volcarlo completo en un servidor web. De igual manera construyeron un visualizador de cursos, que permite al personal de los puestos de salud examinar de manera local los contenidos educativos como si estuviera conectado a la plataforma de tele-enseñanza.

La Universidad del Cauca, que a través del proyecto E-LANE (E-LANE, 2006) (ver Capítulo 9) ha adoptado la plataforma dotLRN (.LRN, 2006) para apoyar la impartición de cursos a distancia, ha desarrollado dos funcionalidades para esta plataforma, dirigidas precisamente a facilitar su uso en contextos rurales y entornos desconectados. La primera de ellas es un editor en línea para contenidos educativos, que de manera automática genera el paquete SCORM y lo inserta en la plataforma, y además facilita la exportación del contenido a un CD, que puede ser enviado a un sitio sin conectividad o con limitaciones de velocidad, como es el caso de los puestos de salud EHAS, donde puede ser examinado mediante un simple navegador.

La otra facilidad es un módulo de sincronización entre instancias de la plataforma basado en correo electrónico (Bravo, Valencia, Solarte, 2006). Partiendo de la circunstancia de que en el proyecto E-LANE se obtuvo una versión de la plataforma en CD autoinstalable basada en Knoppix, orientada a sitios con baja o nula conectividad, dicho módulo permite la sincronización entre una instalación central de dotLRN, donde se generan los contenidos y se administran los cursos y los alumnos, y una instalación en un sitio con baja conectividad, donde uno o varios alumnos acceden no sólo a los contenidos educativos sino también a otros recursos de la plataforma, y pueden interactuar con su tutor y otros alumnos. Los servicios de dotLRN que se "distribuyen" de esta manera son: contenidos, noticias, foros, encuestas y evaluaciones, y seguimiento de alumnos.

Otros Servicios

El Programa EHAS viene trabajando en otros servicios cuya implantación requiere un estudio que permita integrarlos efectivamente con las actividades que realiza el personal de salud en los países donde se ejecuta el proyecto. Ellos son: apoyo al sistema de vigilancia epidemiológica, referencia y contrarreferencia de pacientes, y teleconsulta en caso de dudas diagnósticas o de tratamiento.

Vigilancia epidemiológica: Existen graves dificultades para la recolección, envío, procesado, visualización y realimentación de información epidemiológica. La información o no llega, o llega tarde, o llega con errores, lo que incapacita, en muchos casos, la toma de decisiones y la rápida intervención. En la Universidad del Cauca se desarrolló un sistema para recolección y procesamiento de información de vigilancia epidemiológica, con un cliente en los puestos de salud, basado en formularios configurables, que captura la información y la envía por correo electrónico a los hospitales, un servidor en los hospitales que consolida en una base de datos la información recogida, y un cliente de consulta de información para el personal directivo de los hospitales. El sistema incluye también un editor centralizado de formularios (basado en esquemas XML), los cuales se distribuyen a través de la red EHAS y permiten satisfacer las necesidades tanto del sistema de vigilancia epidemiológica activa, como de los programas verticales (materno-infantil, hipertensión, tuberculosis, etc.). La información puede fluir de esta manera a través del sistema de salud, facilitando en todos los niveles su procesamiento automático y su visualización. Los puestos de salud reciben la realimentación de la información suministrada, a través de boletines de actualización mensuales distribuidos por correo electrónico (López, Figueroa, Llamas, 2006).

Referencia y contrarreferencia de pacientes: El envío de pacientes desde los establecimientos de salud rurales hacia los hospitales de la capital resulta siempre muy complicado, tanto para el médico rural como para el propio paciente. La introducción de un sistema de referencia con cita previa (obtenida a través de correo electrónico), sumado al envío de un resumen de la historia clínica del paciente, puede facilitar muchísimo la efectividad de la atención especializada. Adicionalmente, la posibilidad también de reenviar hacia el médico rural una contrarreferencia explicando los procedimientos llevados a cabo en el hospital, mejora el seguimiento del paciente.

Interconsulta: La posibilidad de obtener una segunda opinión en casos graves hace que el número de evacuaciones urgentes disminuya, con el consiguiente ahorro de costos como quedó demostrado en el estudio piloto en Perú (Martínez, Villarroel, Seoane, Del Pozo, 2004a). Así mismo, en caso de evacuación, la posibilidad de contar con un sistema de voz (VHF o VoIP) que interconecte los establecimientos de los diferentes niveles, permite un rápido y más eficiente uso de los medios de transporte disponibles en zona rural, logrando reducir considerablemente el tiempo de evacuación.

ALFABETIZACIÓN DIGITAL

Para garantizar el uso adecuado de la infraestructura instalada y los servicios implementados, así como la sostenibilidad del proyecto, y como soporte fundamental a estas actuaciones, se ejecuta también una componente de capacitación (Dulcey, Rendón, 2006). Esta capacitación tiene dos tipos de destinatarios. El primero es el propio personal rural de salud, que recibe entrenamiento como usuario final de los equipos y servicios: manejo del computador, el sistema de radio (WiFi, VHF o HF), y las aplicaciones de ofimática (editor de texto, hoja de cálculo) y de comunicaciones (navegador, cliente de correo electrónico). El segundo es el personal técnico de los hospitales, que recibe entrenamiento para hacerse cargo de velar por el correcto funcionamiento de la infraestructura de red y garantizar un nivel aceptable de disponibilidad de los servicios.

La capacitación de los técnicos no es una tarea de mayor complejidad, ya que por lo general poseen un nivel de formación que les permite asimilar con facilidad los conocimientos impartidos. La que sí reviste un cierto grado de complejidad es la capacitación de los agentes rurales de salud, por su diversidad cultural y étnica, y porque la mayoría de ellos no habían tenido contacto previo con equipos de cómputo. Ellos deben asimilar la introducción de nuevas tecnologías en su vida cotidiana, tanto para acceder a los servicios que el Programa EHAS les brinda, como para aprovechar las herramientas tecnológicas ofrecidas, en otros campos de su desempeño laboral y personal, como por ejemplo, la elaboración de informes, el envío de pedidos de farmacia al hospital de referencia, etc. (Figura 7). Esta formación se realiza mediante el "Curso de Ofimática para el Personal Asistencial", el cual, por simplicidad, se denomina "Curso de Ofimática".



Figura 7. Auxiliar de enfermería del Resguardo Indígena de Guambía (Silvia, Cauca)

Antecedentes del curso

La primera versión del curso, dictado en Silvia en 2004, estuvo a cargo del médico Carlos Kiyán, profesor de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y miembro del equipo EHAS-Perú, quien se basó en el trabajo que había realizado con personal rural de la Provincia de Alto Amazonas, en el departamento Peruano de Iquitos. Desde entonces el curso ha sufrido modificaciones progresivas a lo largo de 6 promociones, orientadas siempre a mejorar en dos aspectos esenciales: la aceptación del personal docente (profesor y tutores) por parte de las comunidades beneficiadas, y la efectividad de la transferencia de conocimientos a personas que poseen su propia cultura y que han tenido escaso o ningún contacto previo con equipos de cómputo.

Ha sido necesario trabajar en la aceptación del personal docente, pues no es fácil que los estudiantes, cuya cotidianidad se mueve en medio de las labores propias del campo, con poco contacto con las nuevas tecnologías informáticas, asimilen la idea de recibir clases sobre temas a los que tienen prevención y cierto temor. Mucho menos lo fue tratándose de una iniciativa proveniente de personal urbano, de nivel universitario y dedicado a experimentar día a día con nuevas tecnologías, como los docentes e investigadores de la FIET, quienes son los encargados de dictar el Curso de Ofimática.

La preocupación por hacer más efectiva la transferencia de conocimientos deviene de la comprobación en la práctica que las metodologías de formación son muy diferentes dependiendo de la edad, identidad cultural, orientación profesional, y muchas otras particularidades de los alumnos. En las experiencias iniciales, al preguntar a los estudiantes decían entenderlo todo y no tener ninguna duda acerca de los temas estudiados, pero las evaluaciones demostraban que tenían muchas dificultades.

Con la asesoría de expertos en pedagogía vinculados al proyecto E-LANE, se elaboró el documento del Diseño Curricular el Curso de Ofimática, que consigna la experiencia ganada en su impartición, y constituye un soporte para el trabajo con las nuevas promociones y su mejoramiento continuo.

Objetivo

El objetivo del curso es brindar formación en el uso básico del computador y las aplicaciones necesarias para participar de las actividades del proyecto EHAS y algunas otras que pueden facilitar a los alumnos las tareas propias de sus actividades laborales e incluso sus interacciones personales.

El Curso de Ofimática orienta a los estudiantes en la utilización del sistema operativo Linux, las aplicaciones de oficina Writer y Calc de OpenOffice, el cliente de correo electrónico Mozilla y la impresora. También se incluye un curso muy básico de mantenimiento, necesario para conservar en buen estado los equipos.

Caracterización de los Estudiantes

Los trabajadores de los Centros y Puestos de Salud son en su mayor parte Auxiliares de enfermería y algunos pocos son Promotores de Salud.

Todos los funcionarios de los puestos de salud que hacen parte de una micro-red EHAS deben tomar el curso sin importar su edad, sexo o grado de escolaridad. Esto representa un gran reto para los formadores, ya que algunos estudiantes nunca han manejado un computador o ni siquiera una máquina de escribir, por lo que deben empezar de cero.

Una de las primeras lecciones aprendidas en la impartición del curso, fue la adopción de la estrategia de *formación por pares*, que consiste en vincular al curso, por cada trabajador de salud, a un joven de su propia comunidad para que lo acompañe a lo largo del proceso de formación (Figura 8). Se busca así incrementar la motivación del personal de salud, acelerar su aprendizaje con la colaboración de su par, y ampliar el impacto del proyecto en las comunidades beneficiadas. El "par" debe cumplir con el siguiente perfil:



Figura 8. Formación por pares en Timbiquí (Cauca)

- Saber leer y escribir, y en lo posible tener una escolaridad media.
- Ganas de aprender y continuar explorando una vez se encuentre sin la ayuda de un tutor.
- Habilidad demostrada para el manejo de nuevas tecnologías.
- Residencia permanente en la vereda donde se encuentra el establecimiento de salud.
- Disponibilidad para ayudar en el manejo del computador y sus aplicaciones al funcionario del puesto de salud en el momento que lo requiera.
- No tener algún problema físico permanente que le impida manejar un computador.

El acompañamiento de los pares pretende que los estudiantes logren independizarse rápidamente del tutor y reducir su temor de utilizar

los sistemas informáticos y de comunicaciones instalados en su lugar de trabajo.

Metodología

El curso se imparte en dos bloques presenciales de 40 horas cada uno, con una separación de dos meses, complementados con un apoyo a distancia de aproximadamente 2 horas por semana, según el uso que se le dé a la red y las dificultades que se presenten.

Los bloques presenciales se llevan a cabo en el hospital de referencia, con grupos de hasta 12 personas (incluyendo los pares), y es dictado por un tutor con la ayuda de dos monitores que atienden y supervisan a los estudiantes. Cada estudiante recibe un material didáctico, que se utiliza como guía a lo largo del curso y está diseñado como documento de consulta (manual) para su trabajo habitual.

Dos meses después del bloque inicial de 40 horas, se realiza un refuerzo de igual duración, con el fin de afianzar los conocimientos que hayan quedado asimilados y re-aprender los que se hayan olvidado. El tiempo entre los dos bloques se ha estipulado con base en experiencias anteriores, ya que en el intermedio se hace acompañamiento remoto a los estudiantes a través del radio, y se ha observado que ese lapso es suficiente para detectar las fallas y errores más recurrentes y determinar cuáles temas son los que necesitan mayor énfasis en las jornadas refuerzo.

Para la elaboración de las herramientas didácticas, se tuvieron en cuenta diversas estrategias de enseñanza (Barriga, Hernández, 1998), con la intención de facilitar el aprendizaje significativo de los estudiantes. Las estrategias utilizadas para el Curso de Ofimática son:

Ilustraciones: Representación visual de los conceptos, objetos o situaciones de una teoría o tema específico: fotografías, dibujos, esquemas, gráficas, dramatizaciones.

Analogías: Proposición que indica que una cosa o evento (concreto y familiar) es semejante a otro (desconocido y abstracto o complejo). Ejemplo: "El sistema de Correo Electrónico funciona como una oficina postal con un apartado a tu nombre"

Preguntas intercaladas: Preguntas insertadas en la situación de enseñanza o un texto. Mantienen la atención y favorecen la práctica, la retención y la obtención de información relevante.

Pistas tipográficas y discursivas: Señalamientos que se hacen en un texto o en la situación de enseñanza para enfatizar y organizar elementos relevantes del contenido por aprender.

Métodos: Aprendizaje basado en ponencias, analogías, juegos e interrogatorios.

Desarrollo Curricular

Los contenidos curso se han organizado de la siguiente manera, incorporando en ellos las informaciones, conocimientos, actividades, procesos y materiales que completan su estructura.

1. ÍNDICE
2. INTRODUCCIÓN
3. INTRODUCCIÓN A LA "METADISTRO EHAS"
 - 3.1.- INICIANDO EL USO DE LINUX
 - 3.1.1.- Menú Debían
 - 3.1.2.- Servidores de red
 - 3.1.3.- Examinar Sistema de archivos
 - 3.1.4.- Ayuda
 - 3.1.5.- Programación
 - 3.1.6.- Preferencias de escritorio
 - 3.1.7.- Oficina
 - 3.1.8.- Terminar la sesión
 - 3.1.9.- Bloquear la pantalla
 - 3.1.10.- Capturar la pantalla
 - 3.1.11.- Documentos Recientes
 - 3.1.12.- Buscar archivos
 - 3.1.12.- Ejecutar programa
 - 3.2.- EL EXPLORADOR DE LINUX (SISTEMA DE ARCHIVOS)
 - 3.2.1.- Abrir y cerrar capetas
 - 3.2.2.- Seleccionar Archivos y Documentos
 - 3.2.3.-Borrar, Copiar, cortar y Pegar
 - 3.2.4.- Crear Carpetas o directorios
4. EL CORREO ELECTRÓNICO EN INTERNET
 - 4.1.- INTRODUCCIÓN
 - 4.2.- UTILIZANDO MOZILLA MAIL
 - 4.2.1.- Uso de los botones Superiores del Mozilla mail
 - 4.2.2.- Recibir Mensajes desde el servidor
 - 4.2.3.- Redactar
 - 4.2.4.- Envío de Archivos junto con un Mensaje
 - 4.2.5.- ¿Qué otras cosas podemos hacer con Mozilla Mail?
5. INTRODUCCIÓN AL OPENOFFICE PARA LINUX
 - 5.1.- WRITER
 - 5.1.1.- Los botones de control
 - 5.1.2.- Crear de un Documento
 - 5.1.3.- Guardar un documento
 - 5.1.4.- Imprimir
 - 5.2.- CALC
 - 5.2.1.- Iniciando el uso de Calc
 - 5.2.2.- Creando una nueva hoja
 - 5.3.- CONFIGURACIÓN DE LA IMPRESORA

Evaluación

Cada día se dicta un tema diferente; por lo tanto, al comenzar la jornada, a partir del segundo día, se realiza una evaluación de 2 horas acerca del último tema visto en clase, con el fin de hacer un seguimiento al nivel de aprendizaje de los alumnos. La evaluación se realiza en parejas (el funcionario del establecimiento de salud y su par), para reforzar el compromiso que tiene cada par de dar ayuda a su compañero en el momento en que éste lo requiera. Al final del curso se realiza una evaluación con preguntas claves tomadas de todos los temas vistos en el curso.

El formato del examen es un archivo en Writer, que es enviado a los alumnos en disco o por correo electrónico, debe ser diligenciado por ellos, y después devuelto al tutor por el mismo medio. Esto se hace para poner en práctica en la mayor medida posible el manejo del computador.

Las evaluaciones de libro abierto permiten que los estudiantes aprendan a enfrentar los problemas sabiendo que cuentan al menos con la ayuda del manual y sus apuntes cuando se encuentren solos. Es importante que no exista la presión de "hacer memoria" para que no se coarte la concentración y creatividad. Además, es en el momento de la evaluación donde ellos aprenden a hacer un buen uso de su material de consulta y a independizarse de sus formadores.

En el futuro cercano, las actividades de alfabetización digital serán complementadas mediante los módulos ICDL (Internacional Computer Driver Licence) (ECDL Foundation, 2006) ofrecidos por la Universidad del Cauca a través de su plataforma EVA (Entorno Virtual de Aprendizaje) (EVA, 2006), y que han sido elaborados en el marco del proyecto E-LANE.

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y DE IMPACTO A CORTO PLAZO

Dado que el período de ejecución del proyecto resulta relativamente corto para el tipo de procesos que se están impulsando, la evaluación adelantada se plantea no tanto para medir impacto, sino como una herramienta de control y seguimiento del proyecto, que marca tendencias para establecer la idoneidad de la tecnología y los servicios desarrollados. De hecho, sólo se tiene hasta ahora la evaluación del trabajo en los municipios de Silvia y Jambaló, pues en la costa pacífica recién se han instalado los equipos. Los siguientes comentarios se derivan de los resultados de esta evaluación.

La mayoría de los usuarios reclama mayor capacitación en el manejo de los equipos y en el uso del correo electrónico y las aplicaciones de oficina. Hay unanimidad en apreciar la utilidad del computador y el

correo electrónico para apoyar su trabajo, pero aún se prefiere usar el radio para las comunicaciones con su hospital.

En lo referente a la red de telecomunicaciones, ha sido poco estable como consecuencia de varios factores, entre los que cabe destacar la desconfiguración de los equipos debida a la poca pericia de los usuarios, y los daños causados por descargas eléctricas. La disponibilidad del sistema se ha visto afectada además porque su mantenimiento no ha sido asumido aún por el personal técnico de los hospitales, quienes continúan atendiendo las mismas responsabilidades que tenían antes de la instalación del sistema.

En cuanto al uso adecuado del sistema, una de las primeras dificultades que ha debido enfrentar el proyecto es el desconocimiento que tiene gran parte del personal rural de salud sobre el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Si bien esto ha sido previsto y una de las primeras actividades desarrolladas es la capacitación del personal en el uso de los equipos y servicios EHAS, se requiere tiempo, dedicación y paciencia para que se tomen confianza en el manejo de los equipos y aplicaciones y los vayan incorporando en sus actividades rutinarias de trabajo. El uso del correo electrónico no es aún habitual, limitándose a las actividades relacionadas con los cursos y boletines. En cambio el radio ha sido usado con mayor regularidad, en parte porque la mayoría ya lo conocía con anterioridad. Las comunicaciones con el personal del proyecto han estado centradas en la coordinación de actividades y la consulta sobre el uso de los equipos y servicios, más que en temas de salud. Consideramos que esto es consecuencia del funcionamiento jerárquico del sistema de salud, en el cual un auxiliar o promotor sólo toma una decisión si está autorizado por su hospital de referencia.

En cuanto a servicios de información, se han estado atendiendo las solicitudes de documentos sobre diversos temas de salud a través del "facilitador de acceso a información", pero se han encontrado muchas dificultades con la formación a distancia. Los primeros cursos que se diseñaron estaban organizados en muchos módulos, con un tratamiento muy completo sobre los temas. Sin embargo, los tiempos programados para su desarrollo no se cumplieron debido a la inestabilidad de la red, la falta de confianza del personal de salud en el uso del sistema, su escaso hábito de lectura, y el tiempo que deben dedicar a las actividades "propias" de su cargo, como las campañas de vacunación lanzadas por el gobierno nacional. Si bien hubo participación en foros y evaluaciones, fue necesario prestar una asistencia constante a través del radio, requiriéndose un tiempo mucho mayor al presupuestado. Todo esto ha llevado a cambiar el enfoque de la capacitación hacia cursos cortos de actualización, con una duración máxima tres semanas y sobre temas de actualidad

solicitados por los participantes, y con una mayor utilización de material visual.

Quizás el mayor logro hasta el presente es haber alcanzado un punto de inflexión en la acogida del proyecto por parte del personal y las autoridades de salud de la zona. Mientras que en las fases iniciales la iniciativa en las acciones estaba siempre del lado de los ejecutores, en la actualidad esta iniciativa es compartida y en muchas ocasiones son los beneficiarios los que proponen nuevas acciones. El personal de salud ha empezado a percibir las ventajas de los servicios EHAS y requieren un reforzamiento de la capacitación en su uso. Por su parte, las autoridades de salud, que inicialmente habían permanecido a la expectativa, ahora han adoptado una actitud muy activa preocupándose por la articulación de los cursos y demás actividades del proyecto con los programas internos del hospital y sus puestos de salud. Así mismo, los técnicos de mantenimiento de los hospitales, una vez recibidos los cursos de capacitación, han empezado gradualmente a atender por su cuenta los eventos que se producen en la red. También es de destacar el uso del sistema en situaciones no consideradas previamente, como por ejemplo para comunicarse mediante mensajería instantánea con los proveedores de una nueva aplicación de facturación para obtener asistencia técnica en línea.

TRABAJOS FUTUROS

Una de las mayores preocupaciones del Programa EHAS en la actualidad, es el reforzamiento de las actuaciones que ya se han iniciado en Colombia, Perú y Cuba, de modo que se pueda sacar el mayor provecho de la infraestructura instalada y se avance en la apropiación de los servicios por parte del personal de salud de las zonas beneficiadas.

También se realizan acciones para la implantación de los nuevos servicios como el apoyo al sistema de vigilancia epidemiológica, la referencia y contrarreferencia de pacientes, y la teleconsulta, que implican una estrecha relación con los programas y legislación vigentes en cada país. Para ello, se ha decidido enfocar los esfuerzos hacia el tema de salud materno-infantil.

En el campo tecnológico se tienen varias iniciativas, que buscan por una parte el mejoramiento continuo de los equipos y servicios desarrollados, haciéndolos más accesibles a sus usuarios y reduciendo sus costos de operación y mantenimiento, y por otra el desarrollo de nuevos servicios. En la Universidad del Cauca, por ejemplo, se adelantan trabajos como la implementación de mecanismos que garanticen la calidad del servicio de videoconferencia sobre los enlaces WiFi, con el fin de implementar este servicio en los hospitales rurales, y el desarrollo de un protocolo

y una aplicación para el acceso a bibliotecas digitales para redes desconectadas, que busca facilitar el acceso a información especializada al personal de los puestos de salud.

CONCLUSIÓN

En su esencia, el programa EHAS propende por el desarrollo y aplicación con sentido social de las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). A partir de la identificación de una población beneficiaria, que en su caso es el personal de salud rural, se investiga permanentemente sobre cuáles son sus problemas más prioritarios y en qué forma las TIC podrían contribuir a resolverlos. El siguiente paso consiste en la selección de las tecnologías más apropiadas desde el punto de vista técnico, teniendo en cuenta las características de las zonas rurales, y económico, teniendo en cuenta que las soluciones para el sector salud deben tener bajos costos de operación y mantenimiento.

Por lo general, no es posible, o al menos recomendable bajo las consideraciones que se acaban de expresar, la utilización de las tecnologías tal y como han sido producidas, pues su población objetivo suelen ser los habitantes de los países desarrollados. Por consiguiente, se hace necesario un proceso de adaptación que requiere un conocimiento de alto nivel, tanto de las propias tecnologías como de los procesos de adaptación y generación de nuevos productos y servicios. Esto conduce a una situación en la cual se realiza investigación y desarrollo de avanzada, con el propósito de brindar soluciones tecnológicas a problemas concretos de nuestra sociedad.

Las acciones del programa, sin embargo, no se quedan en el plano meramente tecnológico, pues debe cerrarse el círculo que empezó con la detección de las necesidades de la población beneficiaria, para terminar con la implementación de la solución y la evaluación de su impacto. Todo este proceso, en el cual es muy importante la participación de los beneficiarios, permite afinar de manera permanente múltiples aspectos de programa como propósitos, metodologías, tecnologías, etc., y así mejorar su impacto.

REFERENCIAS

- .LRN. (2006). *.LRN. Learn, Research, Network*. <http://dotlrn.org>.
- Asterisk. (2006). *Asterisk. The Open Source PBX*. <http://www.asterisk.org/>.
- Barriga F., Hernández G. (1998). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo*. McGraw-Hill, México.
- Benítez H. (2001). "Experiencia del Seguro Social Colombiano en Telerradiología". *Revista Colombiana de Salud Pública*, 3, suplemento 1, 187.
- Bravo, L., Valencia, V. A., Solarte, M. F. (2006). *Plataforma de aprendizaje desconectado para EHAS*. En Chávez, D. (Ed.), *Memorias del I Foro Iberoamericano de Telemedicina Rural* (pp. 99-103). Cusco, Perú.
- Compartel. (2006). *Compartel: Telefonía e Internet para todos los colombianos*. <http://www.compartel.gov.co>.
- Dulcey, M. F., Rendón, A. (2006). *Capacitación de Agentes Rurales de Salud en el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. En Chávez, D. (Ed.), *Memorias del I Foro Iberoamericano de Telemedicina Rural* (pp. 71-79). Cusco, Perú.
- ECDL Foundation. (2006). *European Computer Driver Licence Foundation* <http://www.ecdl.com/>.
- EHAS. (2006). *EHAS: Enlace Hispano-Americano de Salud*. <http://www.ahas.org>.
- E-LANE. (2006). *E-LANE Home*. <http://www.e-lane.org>.
- EVA. (2006). *EVA. Entorno Virtual de Aprendizaje. Universidad del Cauca*. <http://eva.unicauca.edu.co/>.
- Gnome. (2006). *Gnome: The Free Software Desktop Project*. <http://www.gnome.org/>.
- IEEE. (2001). IEEE standard for information technology - telecommunications and information exchange between systems - local and metropolitan area networks - specific requirement. Part 11: wireless LAN medium access control (MAC) and Physical layer (PHY) specifications. Amendment 2: higher-speed physical layer (PHY) extension in the 2.4 GHz band - corrigendum 1. IEEE Std 802.11b-1999/Cor 1-2001.
- ILIAS. (2006). *ILIAS open source*. <http://www.ilias.de/ios/index-e.html>.
- Internet Systems Consortium, Inc. (2006). *ISC BIND*. <http://www.isc.org/sw/bind/>.

- Kenwood. (2006). *HF SSB Radiotelephone TK-80*. [en línea] <http://www.kenwood.com/i/products/info/pmr/tk80.html> [Consulta: 22 de septiembre de 2006].
- López, D. M., Figueroa, J. A., Llamas, M. (2006). *Un sistema de vigilancia en salud pública para alertas tempranas*. En Chávez, D. (Ed.), *Memorias del I Foro Iberoamericano de Telemedicina Rural* (pp. 121-128). Cusco, Perú.
- Martínez, A., Villarroel, V., Seoane, J., Del Pozo, F. (2004a). A study of a rural telemedicine system in the Amazon region of Peru. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 10(4), 219-225.
- Martínez, A., Villarroel, V., Seoane, J., Del Pozo, F. (2004b). Rural telemedicine for primary healthcare in developing countries. *IEEE Technology and Society Magazine*, 23 (2), 13-22.
- Motorola. (2006). *Radio Móvil PRO3100: El Radio Esencial*. [en línea] http://www.motorola.com/co/cgiss/prod_convencional/pro3100_general.html [Consulta: 22 de septiembre de 2006].
- Mozilla Foundation. (2006). *Home of the Mozilla Project*. <http://www.mozilla.org/>.
- ORAS. (2003). *Aplicaciones de Telecomunicaciones en Salud en la Subregión Andina: Telemedicina*. Organismo Andino de Salud, Convenio Hipólito Unanue, Serie de documentos Institucionales del ORAS-CONHU. Lima.
- Postfix. (2006). *The Postfix Home Page*. <http://www.postfix.org/>.
- Proxim Wireless Corporation. (2006). *ORiNOCO® 11b/g PC Card*. [en línea] <http://www.proxim.com/products/cp/pc.html> [Consulta: 22 de septiembre de 2006].
- Sánchez, A., Ramos, O., Maya, E. J. (2006). *Sistema de gestión de redes EHAS*. En Chávez, D. (Ed.), *Memorias del I Foro Iberoamericano de Telemedicina Rural* (pp. 144-153). Cusco, Perú.
- Soekris Engineering. (2006). *Soekris Engineering net4511*. [en línea] <http://www.soekris.com/net4511.htm> [Consulta: 22 de septiembre de 2006].
- Sun Microsystems, Inc. (2006). *OpenOffice.org Home*. <http://www.openoffice.org/>.
- Ubuntu. (2006). *Ubuntu: Linux for human beings*. <http://www.ubuntu.com/>.
- VIA Technologies. (2006). *VIA Mainboards*. [en línea] <http://www.via.com.tw/en/products/mainboards/> [Consulta: 22 de septiembre de 2006].
- ZABBIX SIA. (2006). Homepage of ZABBIX. Open Source Application and Network Monitoring Solution. <http://www.zabbix.com/>.

Álvaro Rendón Gallón

Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones y Magíster en Telemática de la Universidad del Cauca, y Doctor Ingeniero de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid. Es Profesor Titular del Departamento de Telemática de la Universidad del Cauca, donde tiene a su cargo los cursos de sistemas distribuidos, modelado de aplicaciones web, y sistemas de tiempo real. Actualmente es coordinador del programa de Maestría en Ingeniería, área Telemática, y coordinador del Grupo de Ingeniería Telemática. Es miembro del Consejo de Investigaciones de la Universidad del Cauca y fue integrante del Consejo del Programa de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Sus áreas de interés incluyen el modelado de aplicaciones, los sistemas distribuidos, los sistemas de tiempo real, los servicios de información sobre la web y la aplicación de las TIC en los sectores rurales. En el Programa EHAS tiene a su cargo la coordinación del Sub-Programa EHAS-Colombia.

Sus cinco publicaciones más importantes son:

Rendón, A., Martínez, A., Dulcey, M. F., Seoane, J., Shoemaker, R. G., Villarroel, V., López, D. M., y Simó, J. (2005). Rural Telemedicine Infrastructure and Services in the Department of Cauca, Colombia. *Telemedicine and e-Health*, 11 (4), (451-459).

Martínez, A., López, D. M., Sáez, A., Seoane, J., Rendón, A., Shoemaker, R. G., Fernández, I. (2005). Improving Epidemiologic Surveillance and Health Promoter Training in Rural Latin America through ICT. *Telemedicine and e-Health*, 11 (4), (468-476).

Rendón, A. y Llamas, M. (Eds.). (2004). *Tecnologías para Distribución de la Información y el Procesamiento: Internet y CORBA*. Programa Iberoamericano CYTED. Editorial Universidad del Cauca.

De la Cruz, J. D., Tamura, E., Rendón, A. (1998). *Ambiente CTD: Desarrollo de Sistemas de Tiempo Real Utilizando Especificaciones Ejecutables*. Memorias del VIII Congreso Latinoamericano de Control Automático (CLCA'98). Viña del Mar, Chile, noviembre 9 al 13.

Rendón, A., Dueñas, J.C., De Miguel, M.A., Leskelä, J., De la Puente, J.A., León, G., Alonso, A. (1995). *Animation of Heterogeneous Prototypes of Real-Time Systems*. In Proc. of the First IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems. IEEE Computer Society Press. Ft. Lauderdale, Florida, USA, November 6-10.

Correo electrónico: arendon@unicauca.edu.co



María Fernanda Dulcey Morán

Ingeniera en Electrónica y Telecomunicaciones y Especialista en Redes y Servicios Telemáticos de la Universidad del Cauca. Ocupó el cargo de ingeniera de campo del Sub-Programa EHAS-Colombia hasta julio de 2006.

Sus publicaciones más importantes son:

Dulcey, M. F., Rendón, A. (2006). *Capacitación de Agentes Rurales de Salud en el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. En Chávez, D. (Ed.), *Memorias del I Foro Iberoamericano de Telemedicina Rural* (pp. 71-79). Cusco, Perú.

Rendón, A., Martínez, A., Dulcey, M. F., Seoane, J., Shoemaker, R. G., Villarroel, V., López, D. M., y Simó, J. (2005). Rural Telemedicine Infrastructure and Services in the Department of Cauca, Colombia. *Telemedicine and e-Health*, 11 (4), (451-459).

López, D.M., Dulcey, M.F., Rendón, A., Holguín, A., Shoemaker, R.G., Bohórquez, F. (2003). EHAS: Una Plataforma Integral para la Prestación de Tele-servicios a Comunidades Rurales. *RCT-OnLine, Revista Colombiana de Telecomunicaciones*, 10. [en línea] <<http://www.cintel.org.co/rctonline/noticia.php3?nt=570&edicion=10>>.

Correo electrónico: mafe@unicauca.edu.co

Eva Juliana Maya Ortiz

Ingeniera en Electrónica y Telecomunicaciones y estudiante de la Maestría en Ingeniería Área Telemática de la Universidad del Cauca. Integra el equipo de trabajo a cargo del desarrollo del Sistema de Gestión de la Red EHAS.

Sus publicaciones más importantes son:

Sánchez, A., Ramos, O., Maya, E. J. (2006). *Sistema de gestión de redes EHAS*. En Chávez, D. (Ed.), *Memorias del I Foro Iberoamericano de Telemedicina Rural* (pp. 144-153). Cusco, Perú.

Maya, N., Maya E. J. (2003). *Estudio de alternativas para el desarrollo de una aplicación de gestión utilizando WBEM y Java*, I Congreso javaHispano. Madrid, España.

Maya, N., Maya E. J. (2003). *Selección de herramientas para realizar gestión basada en WBEM en la Red de Datos de la Universidad del Cauca*. *Memorias del Tercer Congreso Iberoamericano de Telemática CITA 2003*. Montevideo, Uruguay.

Correo electrónico: emaya@unicauca.edu.co