SISTEMAS DE TELEMEDICINA RURAL PARA PAÍSES EN DESARROLLO

Andrés Martínez Fernández¹, Valentín Villarroel Ortega¹, Joaquín Seoane Pascual², Arnau Sánchez Sala¹ y Francisco del Pozo Guerreiro¹

¹Grupo de Bioingeniería y Telemedicina, ²Dpto de Ingeniería Telemática.
Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN

El programa EHAS (Enlace Hispano-Americano de Salud) desarrolla sistemas de telemedicina de bajo coste especialmente diseñados para los sistemas de atención primaria en zonas rurales de países en desarrollo. El programa tiene cinco líneas de trabajo: 1) Investigación de necesidades de comunicación y acceso a información del personal sanitario rural; 2) Desarrollo de nuevos sistemas de comunicación de voz y datos basados en tecnologías apropiadas; 3) Desarrollo de servicios de capacitación a distancia, acceso a bases de datos médicas, consultas especializadas y sistemas automáticos de envío y procesamiento de información epidemiológica a través de correo electrónico; 4) Implantación de proyectos piloto en Latinoamérica, y; 5) Evaluación del impacto producido en los sistemas de salud por el uso de los sistemas EHAS de telemedicina. Se presentan aquí los resultados alcanzados en cada línea de trabajo, poniendo especial énfasis en los resultados del trabajo de campo.

1. INTRODUCCIÓN

No hay duda de potencial para mejorar la salud a través del uso de la telemedicina. Sin embargo no hay que olvidar que en muchos países en desarrollo, la penetración del servicio de telefonía y el uso de ordenadores es todavía escaso, y particularmente en el sector salud [1]. Los problemas que se plantean antes de introducir la telemedicina, como son la falta de fluido eléctrico en muchas de las zonas rurales, la falta de infraestructura adecuada para permitir un sistema apropiado de mantenimiento, problemas de liquidez para afrontar los costes de comunicación y la escasa formación del personal sanitario rural para el manejo de las nuevas TIC hacen que el acceso a las ventajas de

la llamada "Sociedad de la Información" se alejen cada vez más de un colectivo que, según vamos a ver, puede ser uno de los más necesitados. Sólo una muy cuidada metodología de desarrollo y adaptación de herramientas y un esmerado trabajo de implantación de tecnología y servicios apropiados a sus necesidades concretas, puede conseguir solucionar los problemas de aislamiento e incomunicación en que se encuentra la mayoría del personal de atención primaria de salud en las zonas rurales de los países en desarrollo [2].

2. ESTABLECIMIENTOS DE SALUD RURALES

En los países en desarrollo se distinguen dos tipos de establecimientos de salud rurales:

- **Puestos de Salud (PS):** Los de menor jerarquía dentro del sistema de atención primaria. Situados en poblaciones de menos de mil habitantes, sin línea telefónica y con malas carreteras. Varios PS dependen de un único Centro de Salud, conformando una "microred de salud". La mayoría de estos PS están dirigidos por técnicos de enfermería con escasa formación, que necesitan una comunicación continua con su médico de referencia para realizar consultas o para enviar informes de vigilancia epidemiológica.
- **Centros de Salud (CS):** Los de mayor jerarquía, situados en capitales de distrito, donde suele llegar el teléfono. Siempre dirigidos por médicos y con cierta infraestructura y equipamiento para realizar algunas pruebas diagnósticas. Algunos permiten hospitalización.

De forma concreta, explicaremos la situación de los establecimientos de atención primaria del Ministerio de Salud (MINSAL) de Perú, en la provincia de Alto Amazonas lugar donde se ha desarrollado la primera experiencia de implantación de tecnología y servicios del programa EHAS.

La provincia de Alto Amazonas (61.076 Km²; 116.200 hab.) cuenta con una única carretera que comunica su capital (al Sur de la provincia) con el resto del país con cero kilómetros asfaltados. La totalidad de las comunicaciones se realizan navegando por río. En Alto Amazonas hay 93 establecimientos de salud: 1 Hospital provincial, 11 CS y 81 PS. El programa EHAS

Este trabajo ha recibido el apoyo económico del Ministerio de Ciencia y Tecnología, la Agencia Española de Cooperación Internacional, el Organismo peruano Supervisor de Inversiones Privadas de Telecomunicación, la Universidad Politécnica de Madrid, el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid y el Colegio de Ingenieros del ICAI.

inició sus actividades en 41 establecimientos (el Hospital, 7 CS y 33 PS) al sur de la provincia .

Antes de la intervención la situación era:

- Sólo el Hospital y otros dos CS contaban con línea telefónica. El 71 % no tenía sistema alguno de comunicación, el resto tenían radio HF o teléfono comunitario.
- Sólo 1 de los 33 PS estaba atendido por un médico, el resto estaba dirigido por técnicos de enfermería. La media de edad de los médicos de los CS era de 32 años, con sólo 2 de experiencia y sólo 1 de permanencia en el último establecimiento.
- La media de tiempo para llegar desde un PS hasta su CS de referencia era de 11 horas en condiciones normales y de 8 horas y media en caso de gravedad.
- Sólo un 25% de los PS tenía algún sistema de transporte propio (bote con motor fuera borda) que le permitiera la evacuación de enfermos graves.

3. NECESIDADES DE COMUNICACIÓN

El programa EHAS ha realizado hasta la fecha 3 estudios de necesidades de comunicación y acceso a información del personal sanitario rural de países latinoamericanos. En Diciembre de 1997, junto el MINSA peruano se realizó un estudio sobre 41 establecimientos de salud rurales de tres provincias peruanas (Morropón, Moyobamba e Islay) [3], representando la zona de sierra, selva y costa respectivamente. La información generada ha servido para orientar todos los desarrollos tecnológicos y servicios del programa EHAS. En Diciembre de 1998 se repitió el mismo estudio en la provincia de Chinandega, Nicaragua [4], con el objetivo de contrastar la situación rural de países Sudamericanos con los de América Central. Los resultados fueron muy similares. Por último, en Diciembre de 2000 se realizó el estudio de situación inicial en la Red Huallaga [5] de la provincia de Alto Amazonas, estudio que sirve para la comparación a la hora de medir el impacto producido por la instalación de sistemas EHAS en esta provincia. Resaltamos los siguientes puntos del último estudio:

- El personal de salud invierte 28 horas mensuales en viajar para entregar los informes administrativos y epidemiológicos. El 65% del personal contesta que alguna vez se han perdido estos informes.
- El 80% afirma que nunca o casi nunca ha recibido información de vuelta procesada sobre los informes epidemiológicos que envían a niveles superiores.
- La recepción de medicamentos es lenta, media de 4.3 días desde que se sale del establecimiento hasta que se retorna con los mismos.
- El 97% afirma que es insuficiente el número de capacitaciones a las que asiste.
- 1 de cada 2 entrevistados afirma que nunca ha recibido una revista o un boletín de salud y sólo 1

de los 37 entrevistados está realizando algún tipo de investigación en la zona.

- Se realizan una media de 1.83 viajes al mes por motivos de coordinación. El 75% admitió que aún viajando personalmente es difícil contactar con la persona con la que necesitas coordinar.
- Sólo se realiza un viaje mensual para consultar dudas, que coincide con la reunión mensual de la microred. No se realizan consultas específicas en caso de duda o urgencia.
- La primera prioridad en un establecimiento es la mejora de la infraestructura (40.5%), seguido por adquirir un sistema de comunicación (32.4%) y aumentar el personal (16%). Sin embargo, si analizamos sólo el personal que está en localidades donde no hay ningún sistema de comunicación, ésta pasa a ocupar la primera posición (43%) seguido por el 28% que opina que necesita primero mejorar la infraestructura.
- Se realiza solamente una derivación urgente al mes, con un gasto asociado de 47€. Si sumamos los viajes al Centro de referencia (1.45 al mes de 3 días de duración) y los del hospital (1.47 con media de 4 días de duración) podemos afirmar que por motivos de trabajo hay un gasto de 218€ al mes por trabajador y establecimiento.
- El 94.6% está de acuerdo o totalmente de acuerdo que el uso del correo electrónico para el envío de reportes mejoraría la vigilancia epidemiológica. El 91.7% afirma que si hubiese un adecuado sistema de comunicación se podrían compartir los pocos sistemas de transporte que hay. El 88.9 % opina que es positivo reducir el número de viajes.

4. RESTRICCIONES DE LA SITUACIÓN

Aunque parece obvio que la instalación de un sistema de comunicaciones es una solución a la problemática descrita, hay que tener en cuentas lo siguiente:

- En la mayoría de los casos, no se cuenta con infraestructura pública de telecomunicación.
- No hay acceso a electricidad en la mayoría de las poblaciones rurales (sólo en las 6 capitales de distrito hay luz 4 horas diarias).
- La capacidad económica de los sistemas de salud rurales es muy limitada para costear sistemas caros en cuanto a infraestructura y sobre todo gastos de operación.
- Los sistemas de telecomunicación que actualmente existen en el mercado son de un coste demasiado alto como para servir de solución masiva a las zonas rurales de un país.
- No existen servicios de información que cubran las necesidades reales del personal rural.
- El personal de salud afirma que el 80% de las comunicaciones necesarias se circunscriben al ámbito local de su microred.

5. LA SOLUCIONES PROPUESTAS

Teniendo en cuenta todas las restricciones anteriores, el Programa EHAS, a través de sus socios españoles y peruanos se plantearon la investigación y desarrollo de sistemas de telemedicina apropiados a las necesidades del personal sanitario rural de países en vías de desarrollo. El esquema inicial de trabajo se planificó a través de dos caminos: desarrollo e instalación de "tecnología EHAS", y desarrollando e implantación de "servicios de información médica".

5.1. Sistemas de comunicación en VHF

Junto con la Universidad Católica del Perú se ha desarrollado un sistema de acceso a correo electrónico para localidades sin línea telefónica con un bajo coste de infraestructura y con un muy bajo coste de operación.

Las especificaciones del sistema son:

- Las comunicaciones dentro de la microrred se realizan por radio VHF para voz e intercambio de correo electrónico, sin coste de operación.
- El correo electrónico se intercambia por medio de conexiones AX.25 (protocolo fruto de la adaptación del X.25 para el uso de radios de bajo coste).
- En los PS se usa un transceptor VHF, un ordenador portátil y un generador solar..
- En el CS se instala un servidor que gestiona el correo de la microrred y lo intercambia con el resto de Internet por medio de llamadas telefónicas varias veces al día.
- Para la alimentación del servidor se aprovechan las 4 horas de luz en las capitales de distrito, por medio de un cargador de batería diseñado por EHAS.
- Un servidor central en Lima (con conexión permanente a Internet) almacena temporalmente el correo para cada microrred hasta la siguiente conexión telefónica, encaminando el flujo de mensajes desde la zona rural hacia Internet.

Para los ordenadores de los PS se ha diseñado un programa capaz de utilizar eficientemente el enlace AX.25 con el servidor, utilizándolo para transferir el correo con los protocolos POP3 y SMTP, de modo que se permite la utilización de cualquier cliente de correo estándar. Se obtienen velocidades de 17 Kbps.

El servidor ha sido realizado con un PC-104 de baja gama y consumo, reducido en tamaño, funcionando con un sistema operativo Linux (distribución GNU/Debian). A él se puede conectar ordenadores locales por y remotos por radio.

El correo con el exterior a través de la línea telefónica se intercambia por medio del protocolo UUCP, apto para conexiones intermitentes. Su

configuración utiliza transporte TCP a través de un proveedor de acceso internet a coste de llamada local.

Así mismo se ha modificado el núcleo de Linux para permitir el control de acceso al medio por demanda (DAMA). Esta modificación disminuye notablemente los costes ya que no obliga a que todos los clientes se escuchen entre sí, reduciendo la altura de las antenas y la potencia de las radios.

Los sistemas son de alta mantenibilidad, permiten una rápida reinstalación de los sistemas en caso de corrupción. Así mismo, debido al aislamiento de los lugares donde se instalan estos equipos, se ha prestado mantenimiento remoto, que se puede hacer con cualquier máquina de la red, incluidas las clientes a través de radio.

5.2. Servicios de telemedicina

La Universidad Peruana Cayetano Heredia ha desarrollado diferentes servicios de acceso a formación y a información de salud apropiados a las necesidades del personal sanitario rural.

- **Educación a distancia.** Se han desarrollado los siguientes cursos de 8 créditos: dengue, diarrea, lactancia, primeros auxilios, nutrición, y enfermedades de la infancia. Se envían a través de correo electrónico, están diseñados en HTML con uso de JavaScript con sistemas de autoevaluación y evaluación remota.
- **Listas de distribución y de discusión.** La publicación denominada "Pregunta Al Día" desarrolla un tema semanal contenido en siete preguntas, una por día, con un mensaje educacional a presentar en cada. Se cuenta con 52 temas semanales y 365 preguntas. La publicación busca la ruptura del aislamiento del personal sanitario rural.
- **Acceso a documentación médica.** El acceso a información médica se basa en el concepto de "facilitadores de acceso a información". El personal sanitario rural remite un correo expresando su petición, y serán los facilitadores quienes busquen la información en los bancos de datos locales e Internacionales. La respuesta se devuelve, por correo electrónico, al personal rural.
- **Consultas médicas a especialistas.** Cuando el caso lo justifica, los facilitadores coordinan el envío de consultas a los especialistas de la UPCH..

6. LA EXPERIENCIA PILOTO EHAS

En la red Huallaga se han instalado 41 sistemas de telecomunicación EHAS: 6 servidores de correo electrónico y 33 clientes.

El sistema está funcionando desde Septiembre de 2001 y se prevén dos evaluaciones (medio y largo plazo) a los 9 y 21 meses.

Las evaluaciones deben servir para desarrollar una metodología de implantación a gran escala. La medida

del impacto se lleva a cabo desde cuatro puntos de vista [6]: impacto sobre la salud del paciente, impacto sobre el proceso de atención, impacto económico sobre los diferentes actores e impacto en la accesibilidad a una asistencia sanitaria de calidad.

7. IMPACTO DEL PROYECTO PILOTO

Presentamos los principales resultados de la evaluación de impacto a medio plazo agrupados en cuatro áreas:

- **Evacuación urgente de pacientes:** Se han producido 237 evacuaciones urgentes. En el 100% se han utilizado los sistemas EHAS para avisar de la transferencia y preparar la recepción del paciente. En el 64%, se utilizaron vehículos de otros establecimientos, reduciendo en 3.5 horas el tiempo medio de las evacuaciones (de 8.61 horas a 5.17). En 60 casos el sistema resultó crucial para salvar la vida del paciente.
- **Diagnóstico y tratamiento:** El 93.3% de los entrevistados considera que ahora resulta fácil y rápido consultar sus dudas, frente al 93.8% que antes decían que resultaba imposible o muy engorroso consultar. Se han realizado 391 consultas sobre dudas diagnósticas (10.06 por establecimiento) y 254 consultas sobre tratamiento (6.52) el 96.7% resueltas satisfactoriamente. El 90% de las consultas se realizan por radio con el paciente en el establecimiento, produciéndose una teleconsulta en tiempo real. Se ha demostrado la utilidad del sistema para realizar formación remota: los cursos impartidos recibieron una calificación de los alumnos de 16.95 sobre 20. El 95.2% de los dice que el sistema es adecuado para su capacitación.
- **Sistema de vigilancia epidemiológica:** Se ha demostrado la efectividad de los sistemas para mejorar el sistema de informes epidemiológicos en una de las microredes, reduciendo el número de viajes para la entrega de informes a la cuarta parte. El uso del ordenador para la generación de los mismos es importante (60%) y se ha reducido de 20 a 13 horas el trabajo mensual dedicado a la confección de los informes.
- **Estudio coste-beneficio:** El coste de operación, mantenimiento y reparación es de 704€ mensuales para los 39 establecimientos afectados, y un coste de infraestructura y montaje de 4.195€ por cada uno. Teniendo en cuenta únicamente el ahorro que produce por la reducción de viajes del personal sanitario rural (1.718 € mensual) y por la reducción del número de evacuaciones urgentes (4.230 € mensual), el coste se amortiza con los ahorros generados en 2 años y medio. Si además incluimos beneficios tangibles indirectos el sistema completo se amortiza en 13 meses.

8. EXPANSIÓN DEL PROGRAMA EHAS

Con los resultados de la evaluación de impacto iniciada en Alto Amazonas, el programa EHAS se plantea el desarrollo de otros pilotos más en nuevas zonas de Perú, Colombia y Cuba.

En estos nuevos proyectos se plantea la experimentación con nuevas herramientas como los sistemas con tecnología WiFi (IEEE 802.11b), y para zonas de orografía complicada los basados en HF y satélites LEO.

Uno de las consecuencias más importantes del programa es la colaboración Norte-Sur y Sur-Sur que se genera entre Universidades del ámbito Iberoamericano en el sector de las Comunicaciones y de la Salud, para desarrollar propuestas tecnológicas y metodológicas de telemedicina rural.

9. AGRADECIMIENTOS

Hacemos mención especial al personal de Ingeniería Sin Fronteras, a los trabajadores del MINSA en Lima y Alto Amazonas, al personal del Ministerio de Comunicaciones peruano y al personal de las Universidades peruanas Católica y Cayetano Heredia por el enorme esfuerzo realizado.

10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Rodrigues RJ, et al., *Telecommunications in Health and Healthcare for the Latin America and the Caribbean: Preliminary Report on an Expert Consultation Meeting*, PAHO, Washington, DC, 1998.
- [2] Sosa-Iudicissa, M.; et al. (Eds), *Health, Information Society and Developing Countries. Studies in Health Technology and Informatics Volume 23. European Commission DG XIII and WHO*. IOS Press/Ohmsha, Amsterdam, 1995.
- [3] Martínez, A; Villarroel, V; Escudero, A; del Pozo, F, Estudio de necesidades de comunicación y acceso a información médica del personal sanitario rural del Perú, GBT, enero 1998.
- [4] Martínez, A; Villarroel, V; Escudero, A; del Pozo, F., Estudio de necesidades de comunicación y acceso a información médica del personal sanitario rural de Chinandega, Nicaragua, GBT, febrero 1999
- [5] Martínez, A; Villarroel, V; Seoane, J; del Pozo, F., Estudio de necesidades de comunicación y acceso a información médica del personal sanitario rural de Alto Amazonas, Perú, GBT, abril 2001
- [6] A. Martínez y colaboradores, *Bases metodológicas para evaluar la viabilidad y el impacto de proyectos de Telemedicina*, Organización Panamericana de la Salud. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, Washington DC, 2001.