

Diseño de una red de Telemedicina

Esmeralda Rivera y Carlos Ramírez
Ingeniería Informática
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
Pánuco, Ver.; México
[esmeralda.rivera, carlos.ramirez] @itspanuco.edu.mx]

Summary— The design of the telemedicine network consists basically of two main activities, the development of software to establish communication between specialists and patients and the design of a telecommunication model between the Health Center at Pánuco, in the State of Veracruz, and the various health centers in rural areas. The telemedicine system will make it possible to decentralize medical services, avoiding saturation and improving the quality of service to local users, reducing inequalities by broadening geographical boundaries for specialized care and thereby increasing access to health services, with better use and use of human resources. For patients, it will make it possible to carry out diagnostics, early detection, preventive and timely treatments, comprehensive and continuous care, avoid transfers to consult the specialist doctor, reducing distance, time and costs. The design of the pilot network will focus on the Municipality of Pánuco, Veracruz, located north of the State of Veracruz, Mexico. A large part of its population lives in hard-to-reach areas characterized by deficiencies in technological infrastructure, transport and public services, among others.

Keywords— *Telemedicine, Chronic degenerative diseases, Radiofrequency*

Resumen— El diseño de la red de telemedicina consiste básicamente en dos actividades principales, el desarrollo de software para establecer comunicación entre especialistas y pacientes y el diseño de un modelo de telecomunicaciones entre el Centro de Salud de Pánuco, Veracruz, y los diversos centros de salud en las zonas rurales. El sistema de telemedicina permitirá descentralizar los servicios médicos, evitando la saturación y mejorando la calidad del servicio a los usuarios locales, reducir las desigualdades ampliando los límites geográficos de la atención especializada y aumentando así el acceso a los servicios de salud, con un mejor uso de los recursos humanos. Para los pacientes, permitirá realizar diagnósticos, detección temprana, tratamientos preventivos y oportunos, cuidados integrales y continuos

Palabras claves— *Telemedicina, enfermedades crónicas degenerativas, radiofrecuencia*

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a [1] la telemedicina es la prestación de servicios de medicina a distancia. Se remonta a los años 20, ofreciendo asesoría médica desde los hospitales hacia los buques mercantiles. En los años 50 la telemedicina se utilizó con circuitos cerrados de televisión en los congresos de medicina. Durante los 60 la NASA desarrolló un sistema de asistencia médica que incluía el diagnóstico y el tratamiento de urgencias médicas durante las misiones espaciales.

La radiotelefonía, la televisión, las técnicas de diagnóstico por imágenes y el uso de satélites para encauzar esas señales, fueron pasos fundamentales para una nueva Medicina que necesita cada día menos "presencia física" [2]. Por otra parte, se define telemedicina clínica como "la obtención de información acerca del estado de salud de un paciente mediante la tecnología de telecomunicaciones y computadores, entre proveedores separados geográficamente o entre proveedores y pacientes, con el objeto de evaluación, diagnóstico, tratamiento o educación" [3].

La utilidad de la telemedicina es significativa en países en vías de desarrollo, donde la mayor parte de la población vive en zonas rurales o de difícil acceso, en las cuales la atención sanitaria suele ser muy deficiente debido a la falta de medios materiales, la insuficiente calificación del personal médico, el deficiente sistema de transporte y la falta de comunicación entre los centros médicos de las zonas alejadas y el resto de la red de salud.

La atención médica ha ido evolucionando con el cursar de los años, pasando de una asistencia, enfocada en la enfermedad, a una atención dirigida al paciente. En la actualidad, las tecnologías de la Información y las Comunicaciones se han combinado para dar como resultado la Telemedicina, a fin de brindar asistencia médica a quien la requiera en sitios distantes [4]. Sin embargo, el sistema público de salud mexicano enfrenta diversos retos tecnológicos, institucionales, regulativos, organizacionales, culturales y financieros para responder a los cambios demográficos y epidemiológicos actuales [5].

La salud y la tecnología en la comunicación permiten tratamientos más efectivos en diagnósticos en las enfermedades, en área de salud se hace referencia en la integración de los modelos de atención como la prevención, curación y rehabilitación para la telemedicina más que nada es una herramienta para la planeación y optimización [6]. La Telemedicina es utilizada con eficacia para las enfermedades crónicas permitiendo, atención oportuna, evitando traslados, disminuyendo tiempo y gastos, beneficios no solo en dimensiones clínicas, sino también mejorando aspectos organizativos en gestión al cambio de la cronicidad [7].

En México, la salud es un derecho constitucional, sin embargo, el estado de Veracruz ha tenido limitaciones considerables para el cumplimiento, derivado de la pobreza y la marginación. No obstante, grandes desafíos requieren también grandes soluciones, que deben ser diseñadas con una visión de corto, mediano y largo plazo, con resultados que inicien por resolver las carencias apremiantes y más sentidas por la población en materia de salud y que permitan construir los cimientos de un nuevo modelo de salud estatal. Esto es la intención del trabajo que se presenta en este documento.

II. MARCO TECNOLÓGICO

El medio de transmisión es el camino físico entre el transmisor y el receptor. Cualquier medio físico que pueda transportar información en forma de señales electromagnéticas se puede utilizar en las redes de datos como un medio de transmisión. El medio físico puede condicionar la distancia, velocidad de transferencia, topología y el método de acceso [8]. Los medios de transmisión pueden ser físicos (cables), en donde emplean el par trenzado, cable coaxial y fibra óptica. En los medios no guiados (inalámbricos), la propagación de la señal puede hacerse a través del aire, mar o espacio, utilizando transmisión de datos vía radio, microonda, láser o infrarrojos.

La opción inalámbrica es una solución cuando el costo de realizar una infraestructura a través de cable no es muy accesible. En medios no guiados, tanto la transmisión como la recepción se llevan a cabo mediante antenas. En la transmisión y en la recepción la antena radia ondas electromagnéticas normalmente por el aire y la recepción las capta. Al moverse los electrones se crean ondas electromagnéticas. La cantidad de oscilaciones de una onda electromagnética es su frecuencia y se mide en Hz (hercios). La distancia entre dos máximos o mínimos consecutivos es conocida como longitud de onda y se representa por la letra griega lambda λ .

La tecnología a utilizar en el presente estudio es la radiofrecuencia, que es un método de almacenamiento y recuperación remota de datos RFID, el cual se basa en un concepto similar al del sistema de código de barras y emplea señales de radiofrecuencia (en diferentes bandas dependiendo del tipo de sistema, típicamente 125 KHz, 13,56 MHz, 433-860-960 MHz y 2,45 GHz). La radiofrecuencia utiliza ondas de radio, la cual es una tecnología altamente probada, con un ancho de banda alto, con canales de video, canales full dúplex, distancia media de varios kilómetros, inmunidad electromagnética y seguridad alta, tal como se observa en la tabla 1.

Los sistemas de radio en las señales de radiofrecuencia básicamente consta de dos componentes de un transmisor y de un receptor el primero genera oscilaciones eléctricas con una frecuencia determinada

denominada frecuencia portadora que se irradian en la antena en forma de ondas electromagnéticas, irradiación llamada onda portadora, que en combinación con la información a transmitir, onda moduladora constituyen el conjunto de la transmisión que viaja por el espacio hasta ser detectada por el receptor [9].

Tabla 1. Medios de transmisión guiados y no guiados

	Par Trenzado	Cable Coaxial	Fibra óptica	Microondas por satélite	Microondas terrestres	Ondas de Radio
Tecnología ampliamente probada	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Ancho de banda	Medio	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Canales video	No	Si	Si	Si	Si	Si
Canales Full dúplex	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Distancias medias	100 m 67 Mhz	500 m Ethernet	2 Km (Multi) 100 Km (mono)	Varios Km	Varios Km	Varios Km
Inmunidad electromagnética	Media	Media	Alta	Alta	Alta	Alta
Seguridad	Baja	Media	Alta	Alta	Alta	Alta

Fuente: Sanguña Guevara (2010)

El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada ente unos 3 Khz y unos 300 GHz [10]. Es la radiofrecuencia un tipo de onda electromagnética cuya característica le permite ser utilizada para los sistemas de radiocomunicación [11].

III. MARCO SOCIAL

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un indicador del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo sobre los logros obtenidos por los países en relación con las dimensiones fundamentales del desarrollo humano: una vida larga y saludable, la adquisición de conocimientos y disfrutar de un nivel de vida digno. Su valor máximo es el uno, el estado ideal de desarrollo humano [12].

El estado de Veracruz contaba con un IDH tan bajo como el de países como Libia, Jordania o Irán, naciones en guerra o con gobiernos totalitaristas [13]. Aunque en 2018, México formaba parte de las quince economías más grandes del mundo, el estado de Veracruz contaba con .713 puntos de IDH por lo cual ocupaba el cuarto lugar con peores condiciones en el país, solo superado por Guerrero (.679), Oaxaca (.655) y Chiapas (.644) [13].

El municipio de Pánuco, situado en el norte de Veracruz, tiene 593 localidades con una población total de 97,290, de acuerdo con la tabla 2. Así también, en la tabla 3, se pueden observar los centros de salud del municipio de Pánuco, Veracruz.

A nivel de salud, el municipio de Pánuco, solo cuentan con un hospital general, el cual presta servicio a las poblaciones menos favorecidas mediante el programa de medicina comunitaria y 14 centros de salud ubicados en las diversas comunidades. Las condiciones de funcionamiento de estos centros de salud de pequeña capacidad son limitadas, ya que tienen poco personal médico especializado.

La mayoría de los centros de salud no cuenta con ninguna infraestructura tecnológica que les permita mantener un contacto directo con el resto de la red de salud a fin de llevar controles de funcionamiento, desarrollar logísticas en casos de emergencias, realizar interconsultas, etc.

Por cuestiones de distancia y relevancia en población atendida, se seleccionaron para el presente estudio las comunidades de A. J. Bermúdez y Vega de Otates.

Tabla 2. Localidades del municipio de Pánuco, Veracruz

Clave de localidad	Nombre de la localidad	Población total	Grado de marginación de la localidad	Ámbito
301230001	Pánuco	40754	Bajo	Urbano
301230029	Moralillo	10191	Bajo	Urbano
301230014	Tamos	3883	Medio	Urbano
301230904	Guayalejo	2723	Alto	Urbano
301230022	Villa Cacalilao Dos	2180	Bajo	Rural
301230251	Antonio J. Bermúdez	1516	Bajo	Rural
301230062	Aquiles Serdán	1442	Alto	Rural
301230041	El Molino	1186	Alto	Rural
301230096	Colonia Piloto	992	Medio	Rural
301230031	Paso Real (Buenavista)	945	Bajo	Rural
301230276	Confederación Nacional Campesina (Canoas)	921	Bajo	Rural
301230089	Vega de Otates	858	Medio	Rural
301230075	Nuevo Chicayán	765	Alto	Rural
301230011	Reventadero	736	Alto	Rural
301230009	Nuevo Michoacán (La Michoacana)	723	Medio	Rural

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

Tabla 3. Centros de Salud del Municipio de Pánuco, Ver.

Localidad	Dirección
Pánuco	Hospital General Pánuco "Dr. Manuel Ávila"
Pánuco	Pánuco Col. Revolución Mexicana
Jopoy	C.S. Jopoy
Estación Méndez	Estación Méndez
Nuevo Michoacán (La Michoacana)	Nuevo Michoacán (La Michoacana)
Tamos	Tamos
Calentadores	Calentadores
Moralillo	C.S. El Moralillo
Oviedo	Oviedo
Ex-Hacienda Chintón (La Quina)	Ex-Hacienda Chintón (La Quina)
Vega de Otates	Vega de Otates
Colonia Piloto	Colonia Piloto
Úrsulo Galván	Úrsulo Galván
Antonio J. Bermúdez	Antonio J. Bermúdez
Aquiles Serdán	Aquiles Serdán

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

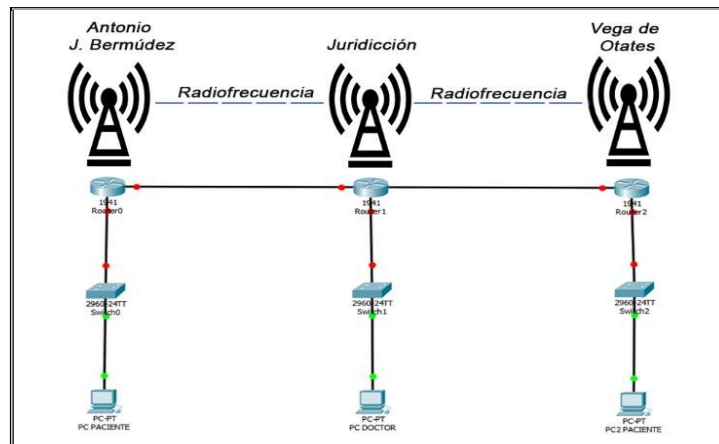
IV. DESARROLLO

En la figura 1, se puede observar un esquema de la red propuesta, para conectar los centros de salud de las comunidades. La red está planteada para llevar a cabo interconsultas entre los especialistas del Hospital General de Pánuco y los médicos o personas encargadas en las comunidades.

Para el diseño de la red se consideraron los elementos que tuvieran costos accesibles y funcionales y que permitieran llevar a cabo el proyecto. Inclusive, se consideró que para su instalación colaboraran los profesores del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco (ITSP) involucrados con este proyecto, así como otros profesores y estudiantes. Lo anterior como parte de sus prácticas en las asignaturas respectivas, además del servicio de apoyo a las comunidades.

La relación con las diversas autoridades del municipio y de las localidades permitió el desarrollo del trabajo, incluso con la participación también de otras personas de las comunidades y de los centros de salud. Los beneficios para ambas partes eran evidentes por lo que se procedió con el mismo.

Figura 1. Diseño de la Red de telemedicina del municipio de Pánuco



En la figura 2, se presentan algunas imágenes que muestran el trabajo de los profesores del ITSP para conectar las antenas de comunicación.

Figura 2. Profesores del ITSP instalando antenas de comunicación



V. CONCLUSIONES

El estudio realizado de las condiciones de infraestructura tecnológica de los centros de salud de las comunidades, llevó al equipo que desarrolló el proyecto a la conclusión que la tecnología más económica y rápida para incorporarlo a la red de salud es la presentada, en la tecnología de radiofrecuencia.

El éxito de la implementación de la telemedicina en las zonas rurales, está íntimamente relacionado con la selección de adecuada de la tecnología a utilizar, considerando los recursos tecnológicos con los que cuenta.

Actualmente el proyecto se encuentra en la fase de levantamiento de la información concerniente a los materiales, equipos y personal con que cuentan cada uno de los ambulatorios involucrados en la red. Lo interesante de este estudio es que el resto de los ambulatorios que conforman la red tienen una ubicación geográfica diferente por lo que se debe determinar un diseño único para cada caso.

Se espera que el modelo de la red permita replicarlo en otras zonas rurales o de difícil acceso.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Cardier, Telemedicina. Estado actual y perspectivas futuras en audiología y otología, Science Direct, 2016.
- [2] F. Balducci, La Telemedicina. 2008, 2009.
- [3] E. Krupinski, M. Nypaver, R. Poropatich R y D. Ellis, Clinical Applications in Telemedicine, 2002, pp. 13-14.
- [4] M. Todd, «Telemedicina,» 2016.
- [5] J. L. Sampedro Hernández, «Aprendizaje e innovación: El caso de la telemedicina en México,» Departamento de Estudios Institucionales, 2010.
- [6] A. Gómez, «Aplicación de telecomunicaciones en salud,» Telemedicina, 2006.
- [7] J. Arenas Rosas, «Atención Integrada de las Enfermedades Crónicas Degenerativas a través de Telemedicina Querétaro,» Secretaría de Salud Querétaro, México, 2015.
- [8] M. Fernández Barcell, «Redes de datos,» Facultad de Ciencias Sociales y de la Comunicación, 2009.
- [9] D. J. Cairone, «Telecomunicaciones,» Transmisión de información por radiación, 2002.
- [10] A. González, «Principios básicos del funcionamiento de la Radiofrecuencia en el tratamiento del dolor crónico,» Universitas médicas. Redalyc, 2014.
- [11] Waxman, «Clinical neuroanatomy,» 2010.
- [12] ONU, 2018.
- [13] CEPAL, 2018.
- [14] M. Fernandez Barcel, Redes de Datos, Andalucía, España.: Facultad de Ciencias Sociales y de la Comunicación, 2009.
- [15] F. Sanguña Guevara, Estudio técnico de la red de Telecomunicaciones para brindar los servicios de voz, internet y video por demanda de una urbanización, Quito, Ecuador.: Escuela Politécnica Nacional, 2010.