

---

## La telemedicina: ¿ciencia o ficción? *Telemedicine: science or fiction?*

---

J. L. Monteagudo<sup>1</sup>, L. Serrano<sup>2</sup>, C. Hernández Salvador<sup>3</sup>

---

### RESUMEN

La telemedicina se ha considerado una disciplina científica a medio camino entre la medicina y la tecnología. De esta forma, a lo largo de la última década ha estado influenciada en gran medida por el incesante desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Superada la fase de investigación en laboratorio, se puede considerar como una técnica en estado maduro por lo que tanto desde el punto de vista de los proveedores de tecnología como del de los usuarios de la medicina, pacientes y profesionales, se demanda su despegue en la arena de la implantación, es decir, la necesidad de nuevos servicios de salud basados en telemedicina.

Este artículo pretende dar una visión actual del estado del arte de la telemedicina sin entrar a valorar y describir en profundidad ni la tecnología ni las diferentes aplicaciones de la misma. Por el contrario, la idea es transmitir a los usuarios y las diferentes organizaciones de la sanidad incluidos sus gestores, que las condiciones para su desarrollo están ya disponibles. De esta forma, es una labor de todos los actores involucrados el éxito o fracaso de su implantación. Bien es cierto que a la vista de la experiencia y resultados de su aplicación durante la última década, tanto en nuestro entorno geográfico más próximo como en los Estados Unidos, hay signos inequívocos de que la telemedicina está aquí para quedarse.

**Palabras clave.** TIC. Telemedicina. E-salud. E-cuidados.

*An. Sist. Sanit. Navar. 2005; 28 (3): 309-323.*

1. Jefe del Área de Investigación en Telemedicina y Sociedad de la Información. Instituto de Salud Carlos III. Madrid.
2. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Universidad Pública de Navarra. Pamplona.
3. Sección de Bioingeniería y Telemedicina. Hospital Universitario Puerta de Hierro. Madrid.

### ABSTRACT

Telemedicine has been considered to be a scientific discipline midway between medicine and technology. Thus, over the last decade it has been largely influenced by the continuous development of computer and communications technologies. Now that the phase of its laboratory investigation has been completed, it can be considered to be a technique in a mature state. Hence, both from the point of view of technology suppliers and of the users of medicine –patients and professionals– there is a demand for a takeoff in the arena of its implantation, that is to say, the need for new health services based on telemedicine.

This article offers an up-to-date view of the state of the art of telemedicine but without entering into an in-depth evaluation and description of the technology and its applications. On the contrary, our aim is to make it known to users and to the different health organisations, including their managers, that the conditions for its development are now available. Thus the success or failure of its implantation is a task for all of the actors involved. What is certain is that in the light of the experience and results of its application during the last decade, both in our surrounding geographical milieu and in the United States, there are unmistakable signs that telemedicine is here to stay.

**Key words.** Communication and information technology. Telemedicine. Ehealth. Healthcare.

### Correspondencia:

Luis Serrano Arriezu  
Universidad Pública de Navarra  
Dpto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica  
Campus de Arrosadía, s/n  
31006 Pamplona  
Tfno. 948 16 92 64  
Fax: 948 16 97 20  
E-mail: lserrano@unavarra.es

## INTRODUCCIÓN

Hace ya unos años, en septiembre del 2001, los medios de comunicación se hicieron eco de la primera intervención quirúrgica transatlántica realizada por un cirujano manipulando remotamente desde Nueva York, el brazo de un robot situado en un quirófano de Estrasburgo, a más de 14.000 Km de distancia, para extraer la vesícula biliar de una paciente de 68 años que fue dado de alta a los dos días de la operación. Sin duda se trataba de un ejemplo espectacular de las posibilidades de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), para el desarrollo de la medicina. En nuestro propio entorno, cada vez más personas, tanto pacientes como trabajadores de la medicina, se benefician rutinariamente del uso de servicios de telemedicina para una variedad de aplicaciones. Así por ejemplo, los ciudadanos de más de una cuarentena de poblaciones de Andalucía disponen de servicios de teleconsulta en su propio centro de salud evitándose desplazamientos a los centros de atención especializada. Sistemas similares se vienen usando desde hace tiempo para conexión entre atención primaria y especializada en Galicia, Canarias, y Castilla-León. Prácticamente en todas las CCAA existen experiencias y proyectos cada vez más ambiciosos de implantación de servicios basados en telemedicina, sin olvidar los servicios para buques en alta mar y para soporte a las tropas desplazadas en misiones como en Bosnia y Afganistán.

Ciertamente la historia de la telemedicina ha estado ligada al desarrollo de las telecomunicaciones, y de esta forma, el telégrafo, el teléfono, la radio, la televisión y los enlaces por satélite se han aprovechado para uso médico desde el primer momento de su introducción. Hasta muy recientemente las implantaciones de servicios de telemedicina tenían un carácter exploratorio guiados por las posibilidades tecnológicas y con naturaleza de pilotos o proyectos de I+D bajo iniciativa mayoritariamente individual estando generalmente basados en conexiones bilaterales entre pocos entes. En la actualidad se está produciendo una evolución hacia la implantación de sistemas para uso rutinario, guiados por la satisfacción de necesidades sanitarias bajo iniciativa institucional donde cobran protagonismo la mejora del acceso y la continuidad de los cuidados junto con objetivos de eficiencia coste/beneficio para usuarios generales. En este momento estamos en el umbral de un cambio radical en la propia organización y provisión de los servicios sanitarios propiciado por una nueva generación de infraestructuras de telecomunicaciones y de conectividad en red.

## LA TELEMEDICINA Y EL CAMBIO SANITARIO

El cambio tecnológico se ha producido simultáneamente con cambios sanitarios importantes. Desde hace varios años los modelos sanitarios de los países desarrollados se encuentran en revisión continua en un intento de dar respuesta a las exigencias de satisfacer una mayor demanda de servicios de salud, con mejor calidad, haciéndolo compatible con las limitaciones existentes de recursos. Este cambio está guiado por principios tales como poner al paciente en el eje de todas las actuaciones, mejorar la continuidad en la asistencia y la equidad en el acceso. Entre los criterios que guían la actuación se encuentran sobre todo la continuidad de la asistencia;

la gestión integrada de procesos y la búsqueda de eficiencia operacional para facilitar la ausencia de errores.

Los cambios tecnológicos influyen y se imbrican con los cambios organizativos y de concepción de los servicios sanitarios. Es evidente que los recursos tecnológicos que exhiben los hospitales de hoy día son muy diferentes a los de apenas una década y con toda seguridad a los de dentro de unos años. Ligado a la evolución general de la sociedad, se están planteando propuestas de rediseño de las instituciones sanitarias como “empresas basadas en el conocimiento” haciendo uso intensivo de tecnologías de la información y desarrollando el trabajo en red con otros recursos sanitarios y los pacientes, no sólo en su área de adscripción geográfica sino hasta allí donde alcance la necesidad. En los últimos años se han multiplicado los ejemplos de instituciones que han hecho énfasis en su carácter tecnológico con señas de identidad tales como “hospital sin papeles”, “hospital digital”, “hospital sin paredes” o “hospital interconectado”. No se puede imaginar la sanidad del futuro sin una presencia creciente de soportes telemáticos y de telemedicina. De hecho las tecnologías de la información y las comunicaciones están en el núcleo de las estrategias de salud de los países avanzados y son uno de los tres factores de cambio principales junto con la genómica y el “consumerismo”, ver informe *Healthcast 2010*.

### ESCENARIOS DE APLICACIÓN Y USO POR ESPECIALIDADES MÉDICAS

En términos sencillos la telemedicina consiste en la provisión de servicios médicos a distancia usando medios electrónicos y de telecomunicaciones. Desde sus orígenes la motivación principal para su uso ha sido la de facilitar el acceso a los servicios sanitarios desde lugares remotos y aislados, pero, bien es cierto, que dicha motivación está hoy en día obsoleta. Otro motivo típico ha sido su utilización como soporte a los equipos médicos en situaciones de emergencias médicas y de desastres. Sin embargo, cada vez más se considera su capacidad para facilitar el acceso desde cualquier punto a recursos diagnósticos o al conocimiento de especialistas escasos. Entre las áreas de interés creciente están la provisión de cuidados a domicilio a enfermos crónicos y para ancianos así como soporte a cirugía mayor ambulatoria y hospitalización a domicilio. La experiencia muestra que la telemedicina presenta un potencial muy apreciado para educación y formación, evitando costes de tiempo y desplazamientos a los profesionales sanitarios. A tenor de lo expuesto anteriormente, hoy en día se puede definir la telemedicina como el área científica que utiliza las tecnologías de la información y las comunicaciones para la transferencia de información médica con fines diagnósticos, terapéuticos y educativos (ver *Essentials of Telemedicine and Telecare, Wiley*).

Desde una perspectiva tradicional se suelen citar las siguientes modalidades de telemedicina:

- Teleconsulta, para facilitar el acceso al conocimiento y consejo de un experto remoto.
- Trabajo cooperativo, cuando se establece una conexión en red de grupos de profesionales que comparten recursos de

conocimiento, bases de datos, e información para ayuda en la toma de decisiones.

- Telepresencia, que supone la asistencia de un profesional sanitario remoto a un paciente, como por ejemplo en el caso de telediagnóstico mediante sistemas de videoconferencia en tiempo real.
- Telemonitorización, que hace referencia a la vigilancia remota de parámetros fisiológicos y biométricos de un paciente, como el caso de la telemonitorización fetal de embarazadas de alto riesgo.
- Teleasistencia, que alude a la provisión de cuidados de salud a pacientes en condiciones de vida diaria, como en el caso de los ancianos que viven en su hogar. Normalmente es interactiva, e incluye telealarmas como detectores de inundación, presencia, agua, gas, etc.
- Telecirugía, que cuenta con un número creciente de realizaciones experimentales haciendo un uso importante de tele-robótica, visión artificial y realidad virtual.

En el conjunto de las experiencias desarrolladas se encuentran aplicaciones en prácticamente todas las especialidades médicas. Ciertamente la aplicación más extendida es la telerradiología, usada para envío de imágenes diagnósticas. Existen cada vez más hospitales, clínicas, y médicos que utilizan alguna forma de telerradiología, e incluso se están instalando equipos en casa de los propios radiólogos de forma que puedan informar las imágenes sin tener que desplazarse al hospital. Otra aplicación común de telemedicina es para consulta remota en patología, así como en dermatología y oftalmología. La asistencia domiciliaria es un área de crecimiento importante con aplicaciones de telemedicina que están sobre todo enfocadas a facilitar la asistencia a las personas ancianas y pacientes crónicos.

### **SITUACIÓN INTERNACIONAL. COMPARACIÓN ENTRE LA UNIÓN EUROPEA Y ESTADOS UNIDOS**

A nivel internacional se detecta una proliferación de iniciativas públicas y privadas que en los últimos tiempos se han extendido bajo la gran ola de internet (e-salud), el despliegue y mejora de acceso a servicios de telecomunicaciones (ADSL, VADSL, radio celular, cable), y el impulso político en algunos países con programas específicos. Lógicamente los desarrollos de telemedicina varían según los países, reflejando las diferencias geográficas, culturales y de organización de los servicios sanitarios.

Como suele pasar en otros ámbitos de la ciencia médica, los países escandinavos han mostrado tradicionalmente una actividad notable promoviendo el desarrollo de aplicaciones de telemedicina al igual que en Canadá y Australia con el fin de facilitar los servicios médicos salvando las distancias geográficas. Por otro lado se puede citar el desarrollo en Grecia, marcado por la estructura insular de su territorio.

Las variaciones existentes entre los diferentes sistemas de salud, así como las características sociales y culturales imponen limitaciones para generalizar experiencias y extrapolar soluciones de un país a otro o incluso dentro del propio país como puede suceder en España.

En la tabla 1 se muestran datos del rango de aplicaciones por especialidades en Europa que, como ocurre mundialmente, está liderada por las aplicaciones en radiología y cardiología.

**Tabla 1.** Distribución de aplicaciones de telemedicina por especialidades en Europa.

Radiología	16%
Cardiología	11%
Atención primaria-especializada	10%
Neuro-radiología	8%
Patología	8%
Dermatología	7%
Cirugía	6%
Otras	34%

No hay duda que Estados Unidos es una referencia obligada por su relevancia en el campo tecnológico, por la dimensión de su mercado y como guía de experiencias anticipadoras. En Estados Unidos la mayor fuente de financiación proviene de los programas del Departamento de Defensa con un despliegue global, mientras que en Europa el mayor protagonismo lo ha asumido la Comisión Europea y las grandes empresas de Telecomunicaciones. Como consecuencia de la organización del sector sanitario en Europa, la iniciativa pública ha dominado sobre la privada. En Estados Unidos los proyectos de la sanidad pública han estado orientados a la asistencia a poblaciones rurales impulsados por Estados como Tejas, Nuevo Méjico y Alaska.

Aparte del protagonismo general que tienen las aplicaciones de radiología y cardiología, en Europa se dispone de una experiencia notable sobre aplicaciones para servicios de emergencia; conectividad con territorios insulares, y asistencia marítima, mientras que en Estados Unidos tienen un desarrollo destacable las aplicaciones para prisiones y salud mental así como en el campo militar para la localización, GPS, y monitorización biomédica de los soldados.

En el marco tecnológico cabe destacar la prominencia de Estados Unidos en Internet comparado con el mayor dominio en comunicaciones móviles en Europa. Hay que observar las diferencias existentes en la regulación y ordenación de los mercados de telecomunicaciones. En este contexto representan un papel muy importante las estructuras de tarifas y la disponibilidad de servicios. Una diferencia importante es la subvención por la FCC de los costes de tráfico para facilitar el acceso desde áreas rurales en Estados Unidos mientras que en Europa están de facto penalizados por la distancia.

Las estrategias de proyección internacional son diferentes. Mientras en Europa los proyectos de telemedicina tienen en general un carácter de cooperación, en Estados Unidos se orientan hacia una captación de mercados a nivel global. Una diferencia es el uso de una lengua común en Estados Unidos y su posición dominante mundial en contraposición con el multilingüismo existente en Europa.

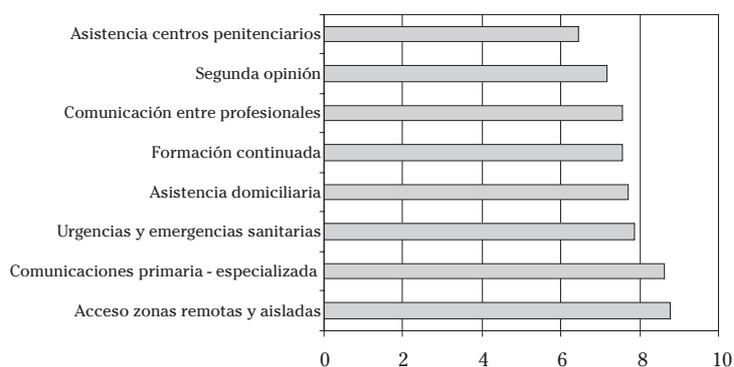
## LA TELEMEDICINA EN ESPAÑA

En España durante los últimos años se ha acumulado un esfuerzo de investigación y desarrollo muy importante, basado fundamentalmente en los programas europeos por lo que se dispone de recursos de conocimiento de primer nivel con grupos de expertos altamente cualificados y experiencia de co-operación internacional que se ve respaldada por la disponibilidad creciente de infraestructuras de telecomunicaciones. Recientemente se ha producido un aumento importante del despliegue de proyectos de implantación práctica y se han anunciado multitud de acciones prácticamente en todas las CCAA.

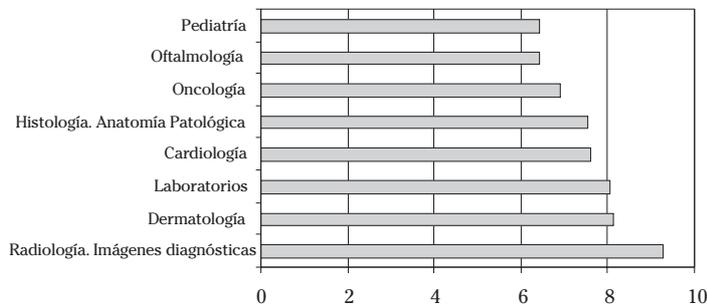
La evolución de la telemedicina en España sigue un patrón similar al de otros países, aunque está muy condicionada por la estructura y marco cultural sanitario así como por las limitaciones y condicionantes técnicos del sector de las telecomunicaciones.

De acuerdo con los resultados de una encuesta realizada en el año 2000 a un colectivo de 98 expertos, se estima que en España las aplicaciones con mayor potencial de crecimiento serán el acceso a zonas remotas y aisladas, junto a las comunicaciones de atención primaria con especializada y los sistemas para urgencias y emergencias sanitarias (Figura 1).

Al igual que en todos los países, la especialidad médica de mayor uso es radiología seguida de dermatología y laboratorios (Figura 2). El análisis de factores impulsores señalaba la fuerza del propio mercado de telecomunicaciones y la industria TIC y de electromedicina como los agentes promotores más activos, mientras que las barreras principales se asocian con la falta de normalización de protocolos de trabajo, la aceptación por los profesionales sanitarios, y la viabilidad económica.



**Figura 1.** Aplicaciones médicas que se consideran con mayor potencial de crecimiento de telemedicina en España.



**Figura 2.** Especialidades médicas de mayor utilización previsible de sistemas de telemedicina en España.

### LAS CUESTIONES TECNOLÓGICAS

Desde el punto de vista técnico la esencia de un sistema de telemedicina es la provisión de servicios multimedia en red para asistencia sanitaria, involucrando la transferencia de audio, vídeo, imágenes fijas, gráficos, datos y textos entre lugares distantes comunicando pacientes, médicos, profesionales sanitarios, e instituciones para diagnóstico, tratamiento, consulta, y educación continua. Lógicamente, las soluciones de la telemedicina presentan elementos peculiares derivados de su entorno de aplicación médico, así como la multiplicidad de actores involucrados y la variedad de escenarios de uso.

Hoy día las aplicaciones de telemedicina están evolucionando desde los sistemas clásicos de conexión punto a punto para aplicaciones dedicadas hacia sistemas interactivos de multimedia en red distribuido.

Se pueden distinguir dos modos de operación básicos que son:

- a) en tiempo real o modo síncrono, y
- b) en tiempo diferido o modo asíncrono, también conocido como de “almacenar y enviar”.

La modalidad síncrona requiere el establecimiento de agendas conjuntas y la disponibilidad simultánea de los agentes que estén involucrados en la sesión. La modalidad asíncrona se utiliza típicamente en situaciones que no son urgentes en los que un diagnóstico o una consulta se puede realizar de forma diferida (modo correo) en minutos u horas. Constituye el mayor volumen de la actividad de telemedicina.

Las prestaciones de los sistemas de telemedicina dependen fundamentalmente de la infraestructura de telecomunicaciones utilizada. Una característica importante es la capacidad de ancho de banda cuyos requerimientos dependen de los tipos de señal a transmitir, su volumen, y los tiempos de respuesta requeridos. Los requisitos más exigentes están relacionados con la transmisión de imágenes de alta calidad o de imágenes en movimiento.

En forma general un sistema de telemedicina es una estructura compleja cuya estructura y modo de operación depende mucho de la aplicación concreta. En general incluye equipos terminales para captación de señales biomédicas, captadores de imágenes, terminales informáticos, estaciones de trabajo, sistemas de videoconferencia, infraestructuras de comunicación, servicios genéricos, y servicios específicos.

Desde un punto de vista práctico se distinguen cuatro tipos de componentes diferentes:

- Dispositivos terminales usados para intercambio de datos, captación de señales biomédicas y de control en el entorno de paciente.
- Dispositivos terminales específicos para uso médico por los profesionales sanitarios.
- Servicios, componentes y aplicaciones telemáticas que sirven de infraestructura de gestión sanitaria.
- Equipos y sistemas de telecomunicación, así como servicios telemáticos genéricos, y equipos informáticos comunes (infraestructura de tecnologías de la información y comunicaciones).

En relación con los periféricos para paciente existe una amplia variedad de equipos comerciales diseñados para su integración en sistemas de videoconferencia que permiten la captación de imágenes, señales y parámetros biológicos en los pacientes bien por ellos mismos o con la ayuda de personal auxiliar. Entre ellos se encuentran electrocardiógrafos, esfignomanómetros, estetoscopios, otoscopios, dermoscopios, endoscopios, y oftalmoscopios, que se conectan al equipo estándar de videoconferencia o a "hubs" ligados a la estación de paciente. También existen sistemas basados en sensores tales como monitores de glucosa para diabéticos o de movilidad o de posición para personas mayores. Asimismo, durante los últimos cinco años se están desarrollando una serie de dispositivos para la monitorización de señales biomédicas (ECG, pulsiometría, glucosa, etc.) denominados "llevables", los cuales permiten una monitorización continua de tales parámetros sin interferir en la vida diaria del paciente. Este tipo de señales se consideran más realistas que las pruebas ambulatorias clásicas por lo que son una fuente ingente de información de carácter preventivo y diagnóstico.

Tal y como ya se ha comentado anteriormente la adquisición y transmisión de imágenes médicas son de gran importancia. El desarrollo tecnológico en este campo se puede dividir en:

- la obtención directa digital de los equipos de RM, tomografía axial, ecografía y radiología digital
- los sistemas indirectos de radiología digital
- la digitalización de las imágenes disponibles en placa fotográfica tradicional.

Existe un potencial importante de desarrollo de equipamiento para monitorización personal y muy particularmente relacionado con asistencia para enfermos crónicos, personas mayores y con necesidades especiales.

Los sistemas de telemedicina requieren también un conjunto de componentes para soportar la “gestión del servicio”. Estos componentes pueden ser explícitos o estar integrados dentro de la aplicación “software” y se refieren a funcionalidades o “servicios” tales como sistemas de coordinación (citación, establecimiento de agendas, reserva de tiempos), identificación del paciente, manejo de archivos de paciente (sistema de historia clínica), mensajería, soportes para seguridad y auditoría, etc.

El equipamiento genérico tanto en el lado de usuario-paciente como usuario-profesional, varía en función de los requisitos de la aplicación y ha ido evolucionando en función de los desarrollos tecnológicos. En general se utilizan: terminales telefónicos; sistemas de adquisición de datos analógicos estándar; ordenadores personales y estaciones de videoconferencia. Además, hay que considerar equipos periféricos tales como cámaras digitales; digitalizadores de documentos; y pantallas de alta resolución.

Otro grupo de equipos con un gran crecimiento actual lo constituyen todos los equipos de informática móvil, incluyendo comunicadores, PDAs, tabletas, y sistemas de conexión inalámbrica.

El uso de infraestructuras de comunicación varía dependiendo de la disponibilidad de acceso a servicios y de los requisitos de la aplicación. Los requisitos se refieren a ancho de banda, acceso, cobertura, calidad de servicio, interoperabilidad y costes. Los sistemas de transporte potencialmente utilizables cubren desde las redes públicas de telefonía básica, RDSI, Frame-Relay, ATM, GSM, GPRS, LMDS, Cable, Satélites LEO, y Satélite, para interconexión de centros así como las redes de área local y más recientemente las redes personales usando sistemas inalámbricos de corto alcance tipo Bluetooth o Zigbee.

La videoconferencia interactiva entre dos estaciones de trabajo es una de las tecnologías básicas para telemedicina que es imprescindible para la modalidad de trabajo “síncrona” con intercambio de información en tiempo real. Se utiliza típicamente para consulta entre un médico de primaria y un especialista, o para teleconsulta con áreas rurales con el propio paciente presente. Esto significa que el paciente no tiene que desplazarse para visitar a un especialista y en muchos casos tiene acceso a servicios que de otra forma no serían posibles. Casi todas las especialidades hacen uso de esta tecnología, así en psiquiatría, medicina interna, rehabilitación, cardiología, pediatría, obstetricia, ginecología, y muchas más. Una recomendación básica es la utilización de equipos cumpliendo las normas UIT.

Lógicamente la transmisión de video y de imágenes de alta resolución presenta las mayores exigencia de ancho de banda y particularmente si se requiere comunicación en tiempo real.

Los análisis prospectivos ven en Internet (redes TCP/IP) la infraestructura que servirá de soporte universal normalizado para aplicaciones de telemedicina. Obviamente para su realización práctica será necesario garantizar velocidades de trabajo suficientes y calidades de servicio (QoS) acordados.

Tal como se ha comentado, los requisitos de infraestructuras de comunicación dependen de cada aplicación. La tabla 2 muestra algunos ejemplos.

**Tabla 2.** Requisitos típicos de comunicaciones para diferentes aplicaciones de telemedicina.

<b>Aplicación de Telemedicina</b>	<b>Requisitos Tecnológicos</b>
Tele-patología (Asíncrona)	Alta resolución; baja velocidad
Tele-psiquiatría	Resolución Media; vídeo interactivo a 384 Kbps. (3 líneas de RDSI)
Tele-endoscopia	Alta resolución, velocidad media-alta
Asistencia domiciliaria síncrona	RDSI, ADSL, Cable
Monitorización domiciliaria asíncrona	Telefonía básica. GSM. GPRS
Teleconsulta con buques	Enlace satélite. Banda ancha
Teleconsulta hospital de campaña	Enlace satélite. Banda ancha

### **LA IMPORTANCIA DE LA INTEROPERABILIDAD EN TELEMEDICINA**

Los sistemas de telemedicina plantean la integración de las tecnologías de red con los procesos sanitarios. La interoperabilidad es una de las cuestiones principales ya que las diferentes formas y modalidades de asistencia descansan en general sobre entornos informáticos heterogéneos. Ligado a la ausencia de normas se identifican problemas tales como: fragmentación del mercado; florecimiento de aplicaciones diferentes; alto coste soluciones particulares; corto ciclo de vida de los sistemas; falta de compatibilidad e integración con el resto de los sistemas y aplicaciones. El entorno de estandarización en información sanitaria es complejo e involucra múltiples iniciativas de distintas organizaciones. A pesar del reconocimiento de la conveniencia de tener un espacio normalizado hay que constatar un nivel de adopción relativamente bajo y con problemas de convergencia.

Al igual que en otros dominios de aplicación, la telemedicina ha adoptado diferentes modelos de servicio para adquirir, distribuir, y procesar datos multimedia que en general se han construido orientados a una solución particular usando tecnologías propietarias a veces combinadas con componentes siguiendo normas limitadas o incompatibles.

El interés por la estandarización en informática y telemática sanitaria data de hace más de dos décadas, pero ha tomado un impulso especial en la década de los 90 a partir de las iniciativas promovidas por la Comisión Europea y Comité Europeo de Normalización (CEN) a través del CEN-TC251 y por ANSI en Estados Unidos. Más recientemente ISO se ha incorporado a este movimiento mediante el Comité Técnico 215. En España las actividades se canalizan por el Comité Técnico AEN-CTN 139 de Normalización en Tecnologías de la Información y Comunicaciones para la Salud. Los esfuerzos de normalización en telemática sanitaria se dirigen a cubrir aspectos tales como terminología, codificación, formatos, mensajes, historia clínica electrónica, registros médicos, mensajería electrónica, comunicación con dispositivos médicos, comunicación de imágenes, y seguridad y protección de datos.

La interconexión de dispositivos médicos se soporta por las normas del IEEE (Medical Bus) ampliamente reconocidas internacional-

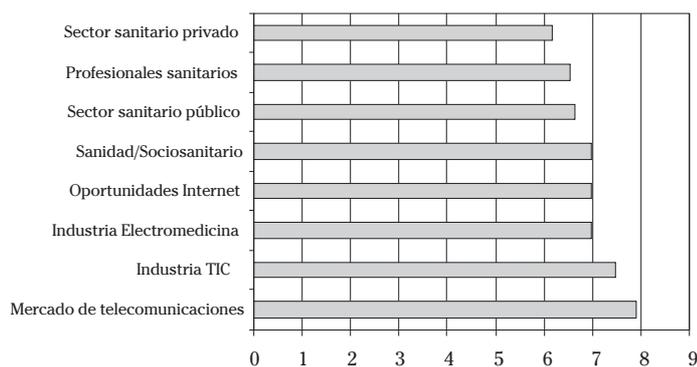
mente y están en línea con las desarrolladas por CEN en Europa. Estas normas permiten la conexión en red de la instrumentación permitiendo la automatización de la adquisición y control así como la interoperabilidad con los sistemas de información hospitalaria (HIS) y de historia clínica electrónica (HCE).

El campo de la comunicación de imágenes médicas se ha beneficiado de la adopción internacional de la norma DICOM que esta ampliamente implementada por la industria de la imagen. Las normas sobre seguridad y protección de datos incluyen despliegue de sistemas de certificados, claves públicas, y firma electrónica.

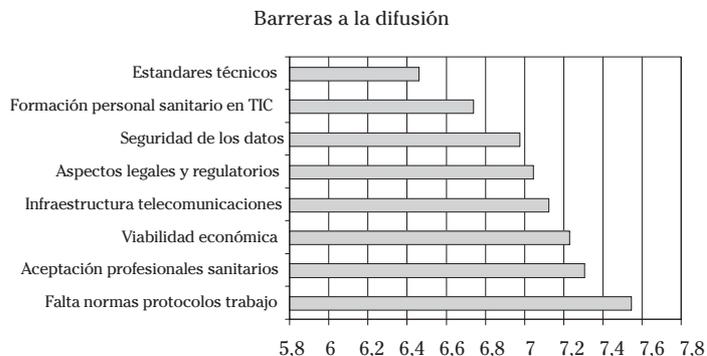
### **SOBRE LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS. APRENDIENDO DE LA EXPERIENCIA**

La experiencia muestra que existen una serie de elementos, no estrictamente técnicos, que influyen en la realización efectiva de los beneficios potenciales de la telemedicina y que básicamente son aspectos organizativos y factores humanos. Hay que tener en cuenta que los sistemas de telemedicina constituyen innovaciones tanto para los proveedores de tecnología como para los usuarios finales (profesionales y organizaciones sanitarias). La implantación de estas innovaciones se produce siguiendo procesos dinámicos resultantes de la toma de decisiones de varios actores bajo la acción impulsora de elementos motivadores (Fig. 3), que se enfrentan a condicionantes, resistencias, de muy diversa naturaleza (Fig. 4). Este proceso no es pasivo y en el mismo juegan diferentes conductas individuales e institucionales en diferentes escenarios de asimilación, con la posibilidad de diferentes estrategias de actuación por las instituciones y los proveedores de tecnología.

Entre los factores que hay que considerar se encuentran el desarrollo de normas y protocolos de trabajo; la aceptación por los profesionales médicos; el desarrollo de modelos de explotación y finan-



**Figura 3.** Factores impulsores que se consideran más relevantes en España según los resultados de la encuesta a expertos nacionales en el tema (octubre 2000). Se puede observar el papel predominante que se asigna a los agentes tecnológicos de oferta frente a la demanda de los usuarios.



**Figura 4.** Barreras principales identificadas por expertos nacionales (octubre 2000) para la difusión extendida de los sistemas de telemedicina.

ciación sostenibles; la organización y gestión de los servicios; los aspectos legales; las cuestiones de intimidad, seguridad y confidencialidad; la adecuación al cambio tecnológico; y la evaluación de los sistemas.

Un factor decisivo para la extensión de las aplicaciones de telemedicina lo constituye las capacidades de disponibilidad de infraestructuras de telecomunicación. No hay duda que internet representa un eje de actividades creciente que se está uniendo también al aprovechamiento de las telecomunicaciones móviles celulares y que está a la espera a la implantación definitiva de los sistemas de 3ª generación UMTS.

Atendiendo a la experiencia se identifican como “factores de éxito” que las aplicaciones estén orientadas a satisfacer problemas sanitarios reales, con el diseño centrado en los usuarios y con concepción de “servicios”.

En el abordaje de implantaciones de nuevos sistemas se deben evitar algunas “trampas” comunes tales como sobrevalorar las capacidades de la tecnología, infravalorar la complejidad técnica, los malentendidos sobre los resultados esperados, confundir investigación con implantación, subestimar los problemas del mundo real, fallar en la evaluación de avances futuros, e ignorar el poder del mercado.

### **TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DE FUTURO. HACIA UNA NUEVA GENERACIÓN DE TELEMEDICINA**

La profundidad del cambio tecnológico esta superando las previsiones de apenas hace unos años y el progreso de las tecnologías digitales y de la globalización de la economía también afecta a los servicios de salud. El sector sanitario es intensivo en el uso de tecnología. De cara a la identificación de escenarios de futuro se deben considerar de forma especial algunos vectores de tendencias “tecnológicas” actuales en sanidad:

- El uso extendido de historia clínica electrónica y otras herramientas haciendo descansar el trabajo de los profesionales

sobre sistemas digitales, favoreciendo la proliferación de ordenadores en todas partes incluyendo sistemas portátiles y de uso personal.

- El desarrollo intensivo de redes inalámbricas (WLAN) para voz y datos así como para biotelemedicina, señalización, alarma y localización. Este hecho, ligado a la difusión de los sistemas de comunicaciones móviles (GSM, GPRS, UMTS), está obligando a considerar las cuestiones de compatibilidad electromagnética y gestión del espacio radioeléctrico en los entornos sanitarios.
- El desarrollo creciente de nuevos sistemas de adquisición de imágenes diagnósticas (PET, SPECT, RM, escáner helicoidal, eco 3D) y la digitalización con archivo y comunicación (PACS) haciendo factible el acceso a las imágenes “en cualquier momento en cualquier parte”.
- Robotización y automatización de laboratorios centrales mientras se multiplican nuevos dispositivos de uso periférico y personal, con interfaz normalizada para intercambio de datos y telecontrol.
- Nuevas instalaciones quirúrgicas con desarrollo de cirugía mínimamente invasiva incorporando soportes de imágenes avanzados y de robótica.
- Sistemas de monitorización avanzada en las unidades de cuidados intensivos, cabecera de camas de paciente y llevables personales con tecnologías de comunicación de corto alcance (Bluetooth, Zigbee, RF, etc).
- Difusión de sistemas de videoconferencia personal y en grupo. Necesidad de instalaciones dedicadas a teleconsulta. Proliferación de sistemas de telemedicina.
- Sistemas de teleformación y de realidad virtual y simulación para formación.

Todo indica que los sistemas de telemedicina y e-salud tendrán un protagonismo creciente dando mayores grados de movilidad a los profesionales, y acercando información y servicios a los pacientes allí donde se encuentren, con nuevas formas de organización de los servicios usando las potencialidades de la red y las comunicaciones móviles. Para el futuro se camina hacia espacios “inteligentes” dando un espacio continuo informacional con redes inalámbricas personales planteando nuevos entornos de trabajo personal propios de trabajadores del conocimiento. Movilidad, ubicuidad y omnipresencia son tres características de los sistemas de información sanitaria del futuro de forma que entre las tendencias previsibles se deben considerar:

- La extensión e integración de servicios de telemedicina en el conjunto de las aplicaciones telemáticas (internet) para sanidad (e-health).
- La integración en los servicios rutinarios (haciendo invisible la tecnología).
- La integración en el entorno de trabajo de los profesionales y de los pacientes allí donde se encuentren.

## CONCLUSIONES

No hay duda que la telemedicina está aquí para quedarse. Después de más de cuarenta años de iniciativas aplicando las telecomunicaciones en sanidad existen señales unívocas de la madurez del sector a juzgar por la proliferación de sociedades científicas, publicaciones y congresos que se multiplican tanto a nivel nacional como internacional.

Durante los últimos meses se ha producido un cambio importante en el desarrollo de la telemedicina que ha pasado de los laboratorios de investigación y desarrollo y de pilotos experimentales limitados, a las implantaciones prácticas comerciales para uso cotidiano en la asistencia sanitaria. Un factor esencial para esta evolución ha sido la disponibilidad creciente de infraestructuras y servicios de telecomunicaciones fiables y asequibles.

El impulso básico para el desarrollo de la telemedicina radica en su propia naturaleza, por la potencialidad de sus aplicaciones prácticas que la hacen deseable para los usuarios, nivel individual o desde las instituciones sanitarias. Los responsables sanitarios ven en la telemedicina una posibilidad de aumentar la calidad de los servicios sanitarios mejorando el acceso, salvando barreras de distancia para poblaciones situadas en lugares remotos o en situaciones de aislamiento geográfico; sirviendo a los objetivos de asistencia centrada en el paciente facilitando la conexión entre recursos sanitarios de diferentes niveles haciendo posible la continuidad asistencial; dando soportes avanzados a servicios de emergencia y asistencia en el hogar; y como no, buscando el ahorro de costes innecesarios y mejores relaciones coste/beneficio.

El desarrollo de internet está marcando nuevas líneas de evolución (e-salud) así como el impacto previsible de la tercera generación de móviles UMTS y las tecnologías como redes personales facilitando las comunicaciones multimedia desde cualquier lugar y en cualquier momento. En este contexto la telemedicina está dando el gran salto a las implantaciones reales y extendiendo cada día su ámbito de aplicación al servicio de los profesionales, las organizaciones, los pacientes, y los ciudadanos en general.

---

### *Agradecimientos*

La realización de este trabajo ha estado financiada por el Fondo de Investigación Sanitaria, Ministerio de Sanidad, con el proyecto de Redes Temáticas de Investigación Cooperativa G03/117, Nuevos Servicios de Salud utilizando Telemedicina. Asimismo se quiere agradecer la colaboración, en diferente medida, de los 13 grupos de investigación que componen dicha red.

## BIBLIOGRAFÍA

1. WOOTON R, CRAIG J. Introduction to telemedicine. The Royal Society of Medicine Press 1999.
2. NORRIS AC. Essentials of telemedicine and telecare. John Wiley and Sons 2002.
3. TAYLOR P. A survey of research in telemedicine: telemedicine systems. J Telemed Telecare 1998; 4: 1-17.

4. TAYLOR P. A survey of research in telemedicine: telemedicine services. *J Telemed Telecare* 1998; 4: 63-71.
5. GRIGSBY J, JAY H. Sanders. Telemedicine: where it is and where it's going. *Ann Intern Med* 1998; 129: 123-127.
6. MONTEAGUDO JL. La Sanidad en la vanguardia del multimedia en red aplicado. Anuario Fuinca, Madrid 1996.
7. MONTEAGUDO JL. Tecnologías telemáticas para la sanidad. Apuntes de la sociedad interactiva: autopistas inteligentes y negocios multimedia. Ed Fundesco, Madrid: 131-147.
8. MOORE GB, REY DA, ROLLING JD. La sanidad en el tercer milenio: cómo la evolución tecnológica está cambiando el pulso de la sanidad. Ed. Andersen Consulting. Madrid 1997.
9. Telemedicine in the 21st Century: Opportunities for Citizens, Society and Industry. Workshop Proceedings. 4-5 November 1999. International Space University Strasbourg.
10. TANG P, VENABLES T. Smart homes and telecare for independent living. *Intern J Telemed Telecare* 2000; 6: 8-14.
11. Price Waterhouse Coopers. "HealthCast 2010". PWC 1999.
12. MONTEAGUDO JL. El Marco de desarrollo de la e-salud en España. Ed. Instituto de Salud Carlos III. Madrid, 2000.
13. SHORTLIFFE EH. Networking Health: Learning From Others, Taking The Lead. *Health Affairs*, 2000, Volume 19, Number 6: 9-22.
14. MONTEAGUDO JL. Health Informatics Standards. Sosa-ludicissa M., Oliveri N., Gamboa C.A., and Roberts J: Internet, telematics, and health. Nº 36 Series Health Technology and Informatics. Amsterdam, IOS Press-Ohmsha 1997: 255-264.
15. DUCATEL K, BOGDANOWICZ M, SCAPOLO F, LEIJTEN J, BURGELMAN JC. Scenarios for Ambient Intelligence in 2010. ISTAG-IPTS-Seville 2001. ([www.cordis.lu/ist/istag.htm](http://www.cordis.lu/ist/istag.htm)).

