

ARTICULO ORIGINAL

Implementación de un Sistema de Telemedicina/Telesalud en el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud (IICS). Estudio Piloto

Implementation of a Telemedicine/Telehealth system at the Institute of Research in Health Sciences (IICS). Pilot Study

Galván P, Cabral MB de, Cane V

Departamento de Ingeniería Biomédica e Imágenes. Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Asunción - Paraguay

RESUMEN

Los procesos de reforma del sector salud orientados hacia una mayor equidad en la prestación de servicios, mayor preocupación por la efectividad y utilidad de las tecnologías para la salud, han contribuido para que la telemedicina sea considerada en los países industrializados y en vías de desarrollo como una herramienta para mejorar la atención de la salud de poblaciones remotas que no tienen acceso a los especialistas. Este estudio observacional y descriptivo realizado por el Dpto. de Ingeniería Biomédica e Imágenes, con el apoyo de la División de Informática del IICS y el Centro Nacional de Computación de la UNA para relevar y analizar las imágenes de 294 pacientes e informes transmitidos por las áreas de ecografía, medicina nuclear y electrocardiografía, incluidos en el proyecto piloto. De los cuales, 254 (86,4%) correspondieron al servicio de Medicina Nuclear (Centellografía) y completan el grupo los estudios por imágenes ecográficas y electrocardiográficas. El 49% fueron gammagrafía de tiroides, 22% gammagrafías óseas, habiéndose realizado también renogramas isotópicos, gammagrafía hepática, ecografías de tiroides, abdominales. El tiempo empleado en todo el proceso desde el ingreso del paciente hasta el informe médico varió en un promedio de 107 a 123 minutos según tipo de estudio solicitado. Las dificultades observadas se relacionaron: al recurso humano (capacitación de asistente técnico, reticencia a aceptar totalmente el telediagnóstico como una nueva herramienta) y el tecnológico (identificación de las señales disponibles, baja velocidad de la red interna y los modelos de aplicación referidos a standalone o web). Los resultados obtenidos a través de este estudio piloto son de vital importancia para la formulación de metodologías prácticas y viables para la implantación de un sistema de telemedicina que ayudará a mejorar sustancialmente la capacidad resolutoria local de los centros asistenciales a las poblaciones remotas y dispersas e intercambiar con mayor efectividad informaciones clínicas, administrativas y de capacitación del personal. Este estudio piloto basado en las tecnologías disponibles, las experiencias previas propias y foráneas muestra una aplicación práctica de la Telemedicina/Telesalud. Pero, antes de recomendar su utilización masiva se deberá realizar un estudio exhaustivo y pormenorizado de los sistemas de salud, los costos para su implementación y la sustentabilidad del sistema acorde a las metodologías vigentes.

Palabras claves: Telemedicina, Telesalud, Teleeducación, Telecuidado, Telemática en salud.

***Autor Correspondiente: Ing. Biom. Pedro Galván**
Dpto de Ingeniería Biomédica. Instituto de Investigaciones
en Ciencias de la Salud Río de la Plata y Lagerenza. Asunción- Paraguay
Teléfono: 595(21)422069
Email: telesalud@iics.una.py

ABSTRACT

The reform process of the health area, oriented towards greater equity in service supply, increased concern about the effectiveness and usefulness of health technologies, have contributed to place telemedicine as a tool for improving health care for remote populations without access to specialists in industrialized countries and developing ones. This observational and descriptive study conducted by the Biomedical Engineering and Imaging Department, with the support of the Informatics Division of the IICS and the National Centre of Computing (CNC) to get and analyze the outcome of the images and information of 294 patients transmitted by the units of diagnostic ultrasound, nuclear medicine and electrocardiography included in the pilot project. Eighty six percent were from the Nuclear Medicine service (scintigraphic) and the remaining group was distributed among electrocardiographic imaging and ultrasound studies. According to the studied organ or system, 49% corresponded to thyroid scintigraphy, 22% to bone scans and the others to renogram by radio nucleoid techniques, liver gammagraphy, thyroid and abdominal ultrasound. The time consumed during the entire process, starting with the patient's admission up to the final medical report, ranged from an average of 107 to 123 minutes depending on the type of study. Various difficulties were identified: human resources (training of technical assistants, reluctance to fully accept the telediagnosis as a new tool) and technology (identify the available signals, low-speed of the internal network and models referring to standalone application or Web). The results obtained through this pilot study are vital for the formulation of practical and viable methodologies for the implementation of a telemedicine system that would help to improve substantially the response capacity of local health centers in remote and scattered populations and a more effective exchange of clinical, administrative and staff training information. This pilot study based on the available technologies, our experiences and those from other countries show a practical application of Telemedicine/Telehealth. However, before recommending their widespread use, it should be conducted a thorough and detailed study of health systems, implementation and sustainability costs of the system according to current methodologies.

Keywords: Telemedicine, Telehealth, Tele-education, Telecare, Health Telematics.

INTRODUCCIÓN

La informática biomédica, que ha sido desarrollada por grupos multidisciplinarios con el afán de facilitar, la utilización de tecnologías de comunicación e informática y mejorar la atención de salud de poblaciones dispersas y remotas a través de lo que hoy se conoce como la telemedicina ó telesalud (1). La telemedicina presenta su principal fortaleza en el diagnóstico y tratamiento precoz y por ende con ello posibilita la simplificación de la derivación de pacientes, es decir es ventajosa para los pacientes, el personal de salud y la comunidad, toda vez que sea planificada adecuada y sistemáticamente(2).

A través de los últimos avances en la electrónica, informática y sistemas de comunicaciones como el *boom* de la telefonía celular por ejemplo, se trata de apuntar hacia una mayor equidad en la prestación de servicios (Declaración de las Naciones Unidas de Alma Ata) (3), mayor preocupación por la efectividad y utilidad de las tecnologías para la salud. Esto apoya a que la telemedicina sea considerada en los países industrializados y en vías de desarrollo como una herramienta para mejorar la atención de la salud de poblaciones remotas que no tienen acceso a los especialistas. Las nuevas herramientas tecnológicas como la informática y telecomunicaciones (TIC) ofrecen importantes posibilidades de mejorar la cobertura de los servicios e intercambiar con

mayor efectividad informaciones clínicas, administrativas, de capacitación del personal y de socialización de la información científica con la ciudadanía afectada (4).

A pesar de que las soluciones tecnológicas son muy promisorias, existen pocos estudios que avalen la idoneidad y la capacidad de la tecnología de las telecomunicaciones interactivas en salud (telemedicina) para solucionar problemas concretos en determinadas áreas geográficas y que propongan la forma adecuada de aplicarlas en diversas áreas clínicas. En dicho contexto y con el afán de investigar la factibilidad para la implementación sistemática de la Telemedicina en el Paraguay, el Departamento de Ingeniería Biomédica e Imágenes del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud (IICS) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA) ha desarrollado desde finales de la década de los noventa y principios del nuevo milenio algunas investigaciones operativas con la ayuda de las tecnologías disponibles. En el año 1999 se realizó la prueba piloto de un servicio de teleecografía vía satélite en el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social MSPBS con el apoyo del Dpto. de Ingeniería Biomédica del IICS-UNA. (Comunicación personal del autor, Ing. Biom. Pedro Galván: Prueba piloto MSPBS-Nahuel Sat en colaboración con la Empresa Consultronic).

Como resultado de aquella primera experiencia se ha evidenciado que la tecnología satelital no es sustentable en el sector público por el alto costo del ancho de banda necesario para viabilizar el funcionamiento del Sistema de Telemedicina, por el escuálido presupuesto disponible en el seno del Ministerio de Salud y en los centros asistenciales remotos del país que deben financiar dicho servicio. A raíz de esta experiencia a partir del año 2007 se dio inicio al actual Sistema de Telemedicina con la expansión significativa en el IICS del servicio de internet y el aumento en el país de la conectividad de las instituciones y de la población en general.

En este último contexto, el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud a través del Departamento de Ingeniería Biomédica e imágenes, en colaboración con la División de Informática del IICS y el Centro Nacional de Computación CNC de la UNA han realizado este estudio piloto. El mismo servirá como fuente de información objetiva e independiente sobre la viabilidad técnica para implementar y sustentar la ejecución de proyectos de telemedicina para diagnóstico y tratamiento por imágenes en los centros asistenciales del Paraguay.

METODOLOGÍA

Población: Este estudio piloto de diseño observacional y descriptivo incluyó a 294 pacientes, con solicitud médica para estudios de diagnóstico por imágenes, que concurren en el periodo de julio del 2007 a abril del 2008, al Dpto. de Ingeniería Biomédica e Imágenes (IICS-UNA). Los datos de los pacientes fueron consignados en una ficha electrónica. Las imágenes procesadas y transmitidas de las áreas de centellografía, ecografía y electrocardiografía fueron remitidas al especialista vía internet. El muestreo fue no probabilístico de conveniencia. Para asegurar la confidencialidad de la información así como su integridad y consistencia, en el sistema de telemedicina se han utilizado mecanismos como acceso controlado al sistema (usuario/contraseña), consultas priorizadas por tipo de usuario (secretaría, técnico, médico ó administrador del sistema), bases de datos codificadas, comunicación codificada tipo *secure sockets layer* SSL y llaves de codificación para la manipulación y modificación de la información, utilizándose un protocolo de encriptación que provee comunicación segura.

Equipamiento y software utilizados: Las imágenes se obtuvieron a través de diversos dispositivos médicos. En el caso del ecógrafo se utilizó una tarjeta de captura para acceder a la señal de video análogo y luego ser transferido a la computadora mediante la conexión de un cable de S-Video. Con la gamma cámara de medicina nuclear se utilizó una computadora exclusiva que dispone de una tarjeta que convierte las señales analógicas del fotomultiplicador en información digital para luego procesarla y almacenarla a través de un software propietario que genera imágenes en formato de

archivo *bmp*. Con el electrocardiógrafo se dispuso de una conexión RS-232 que a través del puerto COMel cual permitió interactuar con el ordenador mediante un software de aplicación que facilita la captura de la información y la posterior generación de gráficos en formato *jpg*. La obtención de las imágenes se realizó a través de un software de aplicación adecuada para cada dispositivo siendo para ecografía una arquitectura standalone que integra controles ActiveX para el manejo de la tarjeta de captura de video y para el posterior procesamiento digital de las imágenes. La aplicación Web fue utilizada por las especialidades de medicina nuclear y electrocardiografía para simplificar el proceso de incorporación de las imágenes obtenidas por los respectivos equipos periféricos de diagnóstico a la base de datos de la ficha electrónica del paciente. La tecnología digital utilizada para movilización de las imágenes en este estudio se denomina "*store & forward*", en la que una vez obtenidas las imágenes se ejecutó el módulo de ficha electrónica del paciente (aplicación *standalone* o Web). Aquí se introdujeron los datos personales y clínicos del paciente anexo a las imágenes capturadas, que luego fueron almacenadas en una base de datos para su posterior visualización y diagnóstico a cargo del especialista remoto, a través de una pagina Web segura. El "*especialista remoto*" (profesional médico especialista en medicina nuclear, ecografía y cardiología) al ingresar al sistema de diagnóstico visualizó los datos clínicos de los pacientes y las imágenes anexas para su diagnóstico. Inmediatamente luego de ser realizado el diagnóstico por el especialista, el informe estuvo disponible para su impresión y entrega al paciente y/o para su remisión por mail al médico tratante según como se había solicitado.

Costo operativo: se incluyeron los costos en dólares americanos correspondientes al software, hardware, insumos para impresión, comunicación.

Tiempo que insume el proceso: se consideró a partir de la confección de la ficha electrónica del paciente hasta la entrega del informe médico.

RESULTADOS

Durante este estudio piloto se realizaron 294 telediagnósticos a través del Sistema de Telemedicina / Telesalud del Dpto. de Ingeniería Biomédica e Imágenes del IICS-UNA, la distribución según servicio y tipo de estudio puede observarse en la figura 1.

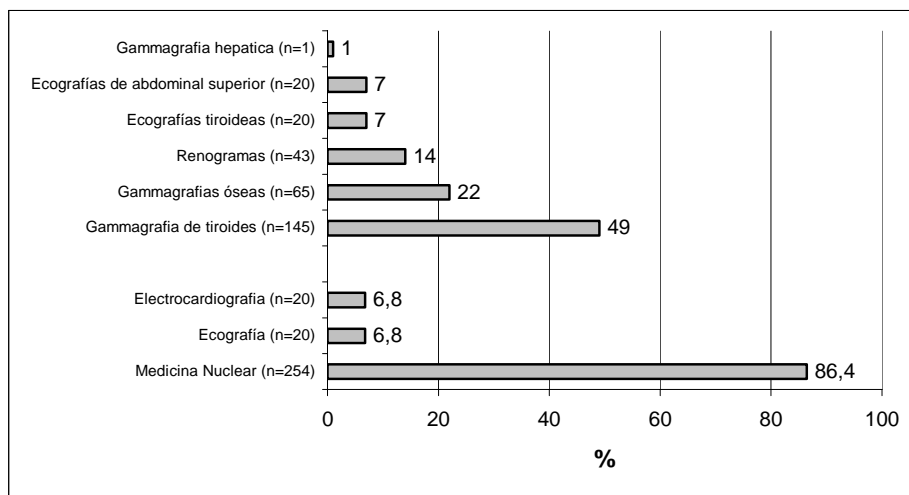


Figura 1. Sistema de Telemedicina / Telesalud del Dpto. de Ingeniería Biomédica e Imágenes del IICS-UNA, distribución según servicio y tipo de estudio (n=294)

Los renogramas incluidos fueron: isotópicos con furosemida en 35 pacientes e isotópico con DMSA en 8 pacientes. Las 20 curvas de ECG analizadas e informadas en forma remota correspondieron a chequeos médicos rutinarios.

En los 294 pacientes incluidos en tele diagnóstico, se utilizaron los componentes indicados en la Tabla 1 del Sistema de Telemedicina, sin embargo las principales dificultades presentadas durante su implementación fueron:

a) Identificación de las señales disponibles en los puertos de comunicación de cada equipo de diagnóstico para la posterior adecuación de la interfase de comunicación con la computadora que incluye el software de aplicación.

b) Capacitación de asistente técnico, técnico operador del equipo de diagnóstico y del especialista remoto cuando no cuentan con conocimientos básicos de operación de computadoras, como ocurrieron en algunos casos aislados.

c) Reticencia a aceptar totalmente la nueva herramienta de telediagnóstico de parte de los profesionales muy tradicionalistas (diagnóstico en tinta, papel e imagen impresa) y pocos flexibles a las innovaciones (diagnóstico electrónico).

d) Baja velocidad de trabajo de la red interna por servicio de diagnóstico cuando existen diferencias de velocidades de procesamiento de cada computadora integrante del sistema. Este hecho se acentúa cuanto más ancho sea la brecha de sincronización de las velocidades de trabajo entre las computadoras que componen la red interna.

e) Modelo de Aplicación: el Sistema de Telemedicina ha implementado dos modelos de aplicaciones que son *standalone* y Web acorde a los criterios de necesidad y disponibilidad de conectividad en el área de aplicación.

En general se determinó que con la infraestructura básica de conectividad, procesamiento y costos indicados en la Tabla 1 se ha logrado un resultado regular de transmisión y procesamiento de imágenes y datos generales acorde a los tiempos indicados en la Tabla 2.

Tabla 1. Componentes y costos de implementación de un Sistema de Telemedicina/Telesalud en los Servicios de Medicina Nuclear, Ecografía y ECG. Julio del 2007 a abril del 2008. IICS-UNA

Cantidad	Equipamiento / Servicio	COSTO UNITARIO (US\$)
1	Servidor de archivos, base de datos, aplicaciones (Hardware) PC PIV 3.0 2 GB Ram. 80 GB disco	500.00
1	Swicht de 16 puertos	80.00
1	Cableado estructurado en los servicios para las computadoras e impresora	110.00
3	Computadoras usadas como terminales (Monitor, CPU, accesorios)	350.00
1	Impresora laser color §	1200.00
1	Tarjeta de captura de video análogo (Ecografía)	80.00
1	Mouse adicional (Ecografía)	7.00
2	Cables S-Video de 1.8 mts. (Ecografía)	6.00
1	Union S-Video a S-Video	5.00
1	Conexión a Internet de 512 KB Ancho de Banda-Wireless (mensual)	180.00
1	Sistema Operativo del servidor y gestor de base de datos (Open Source*) y aplicaciones desarrolladas	0.00
	TOTAL (en dólares americanos US\$)	3224.00

§ Se incluye el costo de la tinta para un estimativo de 4000 informes con 4-6 imágenes.

* Sistemas operativos, base de datos y herramientas de desarrollo de código libre

Tabla 2: Tiempos promedios requeridos para el procesamiento de datos e imágenes de pacientes según área de estudio. Julio del 2007 a abril del 2008. IICS-UNA

MEDICINA NUCLEAR				
Demanda de tiempo*				
Estudio	Ficha de Paciente	Captura de Imágenes	Diagnóstico	Entrega de resultados
Centellografía Tiroides	de 3 min.	45 min.	59 min.	107 min.
Centellografía Osea	de 3 min.	97 min.	59 min.	159 min.
Renografía	3 min.	70 min.	50 min.	123 min.

ECOGRAFIA

Estudio	Demanda de tiempo*			
	Ficha de Paciente	Captura de Imágenes	Diagnóstico	Entrega de resultados
Ecografía	3 min.	30 min.	20 min.	53 min.

ELECTROCARDIOGRAFIA

Estudio	Demanda de tiempo*			
	Ficha de Paciente	Captura de Imágenes	Diagnóstico	Entrega de resultados
ECG	3 min.	40 min.	40 min.	83 min.

* Estos tiempos varían de acuerdo a la cantidad y diversidad de estudios realizados en el mismo día.

Al comparar la calidad de las imágenes de pacientes generadas en la pantalla de los equipos médicos de diagnóstico afectados y las disponibles en el Sistema de Telemedicina para el diagnóstico no se encontraron discrepancias en lo que respecta a condición general, aberraciones ópticas de imágenes y fidelidad. Sin embargo se determinó que la vulnerabilidad de la conectividad es alta y depende de la tecnología de comunicación disponible que en este caso fue wireless.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio piloto confirman que el Sistema de Telemedicina del IICS puede ser considerado como una herramienta promisoría que contribuye significativamente a la mejora de la calidad de atención y diagnóstico médico, a la reducción del tiempo promedio del diagnóstico, así como a la extensión de servicios médicos a distancia en localidades en que éstos no están disponibles, como se ha señalado en otros países(5). En el presente trabajo se han descrito los aspectos relacionados a campos de aplicación en diversos servicios y tipos de estudio por imágenes, y se ha demostrado ampliamente su utilidad, sobre todo en países en vías de desarrollo como nuestro país(6). La implementación de este sistema aporta beneficios en relación a la reducción de los costos de la asistencia médica, los gastos de traslado de pacientes y del personal especializado, así como se mejora la equidad en el acceso a las tecnologías asistenciales de salud en las poblaciones remotas con escasos profesionales especializados y el equipamiento correspondiente. También, el Sistema de Telemedicina podría utilizarse como Plan de Contingencia para la asistencia médica en casos de catástrofes, epidemias, pandemias ó cualquier evento de gran afluencia de pacientes(5). En relación al procedimiento adoptado para la implementación del sistema de telemedicina / telesalud en el IICS se ha contemplado la utilización clínica de la misma (telediagnóstico, teleeducación, telecuidado, tratamiento de patologías específicas, juicio de terceros ó segunda opinión, atención especializada en salud, remisión de pacientes, emergencias y desastres) y la posible implementación en ámbitos específicos, independiente del área de ubicación. En base a lo expuesto, se ha seleccionado el sistema operativo teniendo en cuenta las tecnologías disponibles en: dispositivos biomédicos (Frame Grabber, *Digital Imaging and Communications in Medicine* DICOM), periféricos de laboratorio, digitalizador de placas, de instrumentos de diagnóstico y monitoreo (ECG, EEG, estetoscopio, dermatoscopio, oftalmoscopio, retinoscopio, ORL y signos vitales), cámaras digitales. Estas consideraciones se realizaron con el propósito de prever las aplicaciones necesarias con los dispositivos biomédicos y las tecnologías de información y comunicación TIC disponibles en el área o región de utilización de la telemedicina. Por otro lado es importante considerar las ventajas y desventajas de los modelos de aplicación standalone y web. El modelo standalone por su parte cuenta con la flexibilidad para integrar herramientas informáticas externas que a su vez facilita la interacción del hardware de comunicación con el sistema operativo. Sin embargo esto implica que cada computadora del sistema deberá contar con dicho programa instalado con la consecuente desventaja de su mantenimiento y actualización periódica. El modelo

Web permite una aplicación centralizada desde cualquier navegador Web en forma remota sin la necesidad de una instalación previa en la computadora de diálogo por lo que lo vuelve accesible desde cualquier plataforma. A través de la aplicación centralizada se simplifican los procesos periódicos de mantenimiento y actualización del software operativo, pero la utilización de ciertas herramientas para capturar y procesar imágenes y que son dependientes del sistema operativo son limitados. Las dificultades encontradas en este estudio piloto, en relación a los recursos humanos se irán salvando a medida que los profesionales involucrados se familiaricen con la nueva tecnología y se realicen los ajustes necesarios en relación a la misma. Sin embargo, la incorporación del Sistema de Telemedicina / Telesalud a los centros asistenciales en salud implica una revisión y análisis de los procedimientos rutinarios clásicos del servicio médico, debido a la innovación en la forma de registro, captación, transmisión y tratamiento de la información (imágenes y datos) desde el punto de vista científico, legal y ético(6,7). Se ha visto además que para aprovechar los beneficios de la telemedicina / telesalud se tienen que garantizar los algoritmos de representación, transferencia y compactación de las informaciones generadas en el equipo diagnóstico; la fiabilidad y seguridad de la transmisión (conectividad). Cabe aclarar que, no existen aun regulaciones internacionales para la telemedicina que abarquen todos estos aspectos, a pesar de que ya existen algunos algoritmos de representación y transferencia de información que utilizan estándares de comunicación tales como el DICOM (8). A pesar de que gran parte de las experiencias realizadas con la tecnología de la telemedicina en países menos desarrollados son muy promisorias (9), son escasos aun los estudios que avalen la idoneidad y capacidad de dicha tecnología para solucionar problemas concretos en determinadas regiones ó países y que además propongan una aplicación en forma segura, efectiva, útil, eficiente y sostenible(10). El Sistema de Telemedicina piloto del IICS muestra ventajas tales como la disminución de los tiempos de atención del paciente (ingreso de fichas y captación de imágenes), diagnósticos más rápidos ya que las informaciones generadas del paciente, son derivadas al especialista vía internet y éste no precisa estar físicamente en el servicio para el efecto. También, se mejora la calidad del servicio con procedimientos padronizados, atención continuada para el diagnóstico remoto, posibilidad de interconsulta y envío del diagnóstico por internet al médico tratante. Finalmente, con las tecnologías disponibles, las experiencias previas propias y la de otros países se puede realizar una aplicación practica de la Telemedicina / Telesalud, para mejorar el servicio asistencial. Sin embargo antes de recomendar su utilización masiva en los centros asistenciales de salud se deberá realizar un estudio exhaustivo y pormenorizado de los sistemas de salud, de los costos para su implementación y de la sustentabilidad del sistema acorde a las metodologías vigentes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gagnon MP, Duplantie J, Fortin JP, and Landry R. Exploring the effects of telehealth on medical human resources supply: a qualitative case study in remote regions. BMC Health Serv Res. 2007; 7: 6.
2. Revisión sistemática de la literatura sobre telemedicina. Rev Panam Salud Publica [serial on the Internet]. 2001 Oct [cited 2008 May 07]; 10(4): 257-258. Available from: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892001001000006&lng=en&nrm=iso. doi: 10.1590/S1020-49892001001000006.
3. Declaration of Alma-Ata, International Conference on Primary Health Care, Alma-Ata, USSR, 6-12 September 1978. www.who.int/hpr/NPH/docs/declaration_almaata.pdf.
4. Tomasi E, Facchini L A, Maia M F S. Health information technology in primary health care in developing countries: a literature review. Bull World Health Organ [serial on the Internet]. 2004 Nov [cited 2008 May 07]; 82(11): 867-874. Available from: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0042-96862004001100012&lng=en&nrm=iso. doi: 10.1590/S0042-96862004001100012.

5. Sabbatini RME, Maceratini R. Telemedicina: A Nova Revolução. *Revista Informédica*. 1994;1(6):5-9.
6. Guerra de Macedo C. Prefacio. *Bioética, Temas y Perspectivas*. Publicación Científica # 527. OPS; 1990.
7. Lucas H. Information and communications technology for future health systems in developing countries. *Social Science & Medicine* 66 (2008) 2122e2132.
8. Centro de Control Estatal de Equipos Médicos. Estado del arte de la Certificación y Evaluación de los Sistemas de Telemedicina. La Habana: CECEM; 2000.
9. Von Braun J, Bertolini R, Müller-Falcke D. Armutsbekämpfung über Glasfaser und Funknetz Telekommunikation kann dazu beitragen, die Lage der ländlichen Bevölkerung zu verbessern. *Entwicklung und Zusammenarbeit (E+Z)*. 2001.4:118.
10. Organización Panamericana de la Salud. Bases Metodológicas para Evaluar la Viabilidad y el Impacto de Proyectos de Telemedicina. OPS/OMS Washington; D.C. 2001.