



Universidad Politécnica de Madrid



E.T.S.I. de Telecomunicación

## RESUMEN DE TESIS DOCTORAL

# Nuevos Procedimientos Telemédicos para el Seguimiento y Cuidado de Pacientes VIH en Estado Crónico

**Autor: César Cáceres Taladriz**

Doctor Ingeniero de Telecomunicación

**Director: Enrique J. Gómez Aguilera**

Doctor Ingeniero de Telecomunicación



Grupo de Bioingeniería y Telemedicina

Madrid, 2008

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. Descripción de la tesis doctoral.....             | 2  |
| 1.1 Origen.....                                      | 2  |
| 1.2 Hipótesis y Objetivos.....                       | 3  |
| 1.3 Desarrollo.....                                  | 5  |
| 1.4 Conclusiones.....                                | 7  |
| 2. Originalidad del tema.....                        | 8  |
| 3. Resultados obtenidos.....                         | 9  |
| 4. Aplicabilidad práctica en el área específica..... | 12 |
| 5. Referencias.....                                  | 14 |

Anexos

# 1. DESCRIPCIÓN DE LA TESIS DOCTORAL

## 1.1 Origen

La aparición del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) en los años 80 cambió de forma significativa nuestro mundo. Han pasado más de 25 años desde que se notificaron los primeros casos de Síndrome de la Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA), y en este tiempo la epidemia se ha cobrado la vida de 25 millones de personas, dejando huérfanos a millones de niños, agravando las situaciones de pobreza y hambre e incluso, en algunos países, haciendo retroceder el desarrollo humano en general. En la actualidad hay más de 40 millones de personas que viven con el VIH, convirtiéndose en una de las mayores amenazas para el progreso mundial en el siglo XXI [ONUS06].

Tras una reacción inicial, que lamentablemente fue tardía y lenta, la respuesta actual está consiguiendo en algunos casos frenar el avance de esta terrible pandemia. Esto es así principalmente en los países denominados desarrollados, como es el caso de España, en los que el acceso a los tratamientos antirretrovirales está logrando convertir en muchos casos una infección mortal en una infección crónica. Dado que las regiones más afectadas por la pandemia son precisamente las de los países con menor nivel de desarrollo, el número de casos de infección crónica por VIH a nivel mundial es aún muy reducido, y por tanto el VIH/SIDA sigue siendo considerado como una de las más agudas y mortales enfermedades del mundo. Esta situación se pone de manifiesto cuando la Organización Mundial de la Salud dedicó enteramente al VIH/SIDA su informe anual sobre la salud en el mundo de 2004 que, con el título “Cambiemos el rumbo de la historia”, abogaba por una estrategia global contra el VIH/SIDA que combine prevención, tratamiento, atención y apoyo a largo plazo [OMS04].

En cambio, si reducimos el ámbito de nuestra investigación a los países con amplio acceso a esos tratamientos, sí que se observa cómo disminuye la aparición de enfermedades oportunistas, aumentando progresivamente el número de pacientes que evolucionan hacia una infección en estado crónico. Esta mejoría, aunque lenta y desgraciadamente no en todos los pacientes, nos obliga a una adaptación a la nueva situación de la pandemia en estos países. Buen ejemplo de este cambio es la aparición del VIH/SIDA en publicaciones o informes oficiales [OMS02] junto con otras enfermedades tradicionalmente crónicas como las cardiovasculares, respiratorias o la diabetes. Los sistemas de salud se han ido adaptando, creando procesos y programas definidos para estas enfermedades crónicas, los cuáles podrían ser aprovechados actualmente en muchos casos para pacientes crónicos con VIH. La clasificación del SIDA como enfermedad crónica también tiene sus desventajas, como la disminución de las medidas preventivas por parte de la población o incluso de los recursos asignados por muchos países para esta enfermedad [Scan00].

Es importante dejar claro ya desde un principio el hecho de que, por muy diversas razones, no todos los pacientes llegan a este estado crónico de su infección, y este trabajo se centra en el seguimiento y cuidado de pacientes HIV crónicos.

La mejora en el seguimiento y cuidado de pacientes crónicos se ha convertido en una de las prioridades de los sistemas de salud a nivel mundial. Actualmente un 60% de las muertes en el mundo está causado por enfermedades crónicas, y se espera que para el año

2020 un 80% de la carga sanitaria corresponda a este tipo de enfermedades (sin tener en cuenta el SIDA en estas estadísticas). A pesar de los programas específicos comentados anteriormente para el seguimiento de las enfermedades crónicas, la mayoría de los sistemas nacionales de salud siguen orientados hacia el tratamiento puntual y episódico de las enfermedades. La Organización Mundial de la Salud en su informe Innovative Care for Chronic Conditions [OMS02] propone varias acciones a llevar a cabo para mejorar el cuidado de los pacientes crónicos, siendo la primera de ellas el necesario cambio de paradigma en las organizaciones sanitarias comentado anteriormente.

Este cambio debe ir acompañado de un mayor y mejor empleo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) como herramienta para el cuidado de pacientes crónicos. Estas tecnologías, con Internet a la cabeza, juegan un papel cada vez más importante en el seguimiento sanitario de pacientes, en la coordinación de los equipos de cuidado y en la gestión de la información necesaria en estas tareas. En esta tesis doctoral se pretende demostrar los beneficios del uso de estas tecnologías en el cuidado de pacientes con VIH/SIDA.

Esta tesis doctoral se enmarca, por tanto, dentro de la línea de investigación de las tecnologías web aplicadas a la infección por VIH/SIDA, dentro del Grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la Universidad Politécnica de Madrid. Esta línea de investigación fue creada por el Prof. Enrique J. Gómez, junto con el tesinando, en 1998. Tiene como principal objetivo la investigación y desarrollo de sistemas telemédicos para el seguimiento y cuidado de pacientes con VIH/SIDA. Inicialmente se planteó como campo de aplicación el telecuidado de pacientes terminales pero, dada la evolución de la enfermedad en nuestro país durante esos años, se terminó enfocando la línea hacia pacientes crónicos VIH. Durante los primeros años de investigación en esta línea se trabajó en dos proyectos europeos, el SEAHORSE II (1998-2000) [SEAH98] y el HERO (2001-2003) [HERO01]. En octubre de 2001 surgió la oportunidad de trabajar con uno de los centros punteros en España y en el mundo en investigación del VIH/SIDA, el Hospital Clínic de Barcelona. Fue el Dr. Felipe García del Servicio de Enfermedades Infecciosas de este hospital el que, viendo el trabajo realizado por nuestro grupo, nos propuso realizar un estudio para la atención a pacientes crónicos VIH/SIDA a través de Internet. Desde entonces, el proyecto Hospital VIHrtual fue diseñado y coordinado por el tesinando en colaboración con el Dr. García, y desarrollado por miembros de los dos equipos de investigación, GBT y Hospital Clínic, sirviendo de estudio experimental para la realización de esta tesis doctoral.

La principal aportación de esta tesis, como se irá viendo, es la propuesta y evaluación de una arquitectura de telemedicina que soporta nuevos procedimientos de atención integral y cuidado compartido para pacientes con VIH estables y en estado crónico.

## 1.2 Hipótesis y Objetivos

La investigación de esta tesis doctoral se fundamenta en las siguientes hipótesis:

**H1:** Existe un cambio en el paradigma de cuidado de los pacientes crónicos con nuevos modelos de atención integral y compartida centrados en el paciente, donde las tecnologías de la información y las comunicaciones participan y ayudan al cuidado y a la gestión de la información.

**H2:** Los modelos de cuidado integral y compartido centrados en el paciente son aplicables a pacientes con VIH en estado crónico, y en ellos puede tener un papel fundamental la atención sanitaria a través de procedimientos telemédicos.

**H3:** Los nuevos procedimientos de telemonitorización y telecuidado de personas con VIH estables en estado crónico pueden mejorar su seguimiento y cuidado a domicilio, así como la gestión de su tratamiento y de la información necesaria para su atención sanitaria.

**H4:** Los nuevos procedimientos de acceso a la información y teleeducación para las personas con VIH estables en estado crónico pueden servirles de apoyo para la autogestión y autocuidado de su enfermedad.

**H5:** Los nuevos procedimientos de cooperación para el cuidado compartido mejoran la colaboración entre los miembros del equipo de cuidado para la atención a las personas con VIH estables en estado crónico.

Estas hipótesis de investigación de esta tesis doctoral pueden por tanto resumirse en la siguiente hipótesis principal:

La introducción y uso de nuevos procedimientos telemédicos mejoran el seguimiento y cuidado de personas con VIH/SIDA estables y en estado crónico, el manejo de sus tratamientos, la coordinación de su equipo de cuidado y la gestión de su información, en definitiva, su atención sanitaria.

Para contrastar estas hipótesis se propone un nuevo modelo de atención y cuidado telemédico para pacientes crónicos con VIH/SIDA estables, a partir del cual se crea una arquitectura que soporta dicho modelo. Esta arquitectura se denomina Hospital VIHrtual, y en ella se incorporan los nuevos procedimientos telemédicos que se proponen en esta tesis.

Para evaluar esta arquitectura se implementa un sistema de telemedicina y se lleva a cabo un ensayo clínico en el Hospital Clínic de Barcelona. Este sistema basado en Hospital VIHrtual integra muchos de sus aspectos y su evaluación frente a la atención tradicional permitirá comprobar si la hipótesis de partida es cierta.

Atendiendo a las anteriores hipótesis y puntos de partida se establecen los objetivos de la tesis doctoral.

El objetivo principal de la tesis es:

La definición y validación de nuevos procedimientos basados en la telemedicina para la atención sanitaria de pacientes VIH/SIDA estables y en estado crónico.

Este objetivo general se concreta en los siguientes sub-objetivos:

- La realización de un análisis detallado del contexto de la atención a pacientes con VIH/SIDA y las necesidades a resolver, en particular las relacionadas con el cuidado compartido de los pacientes por parte de un equipo de atención multidisciplinar.
- La definición de un modelo de atención integral y cuidado compartido en VIH/SIDA que integre los nuevos procedimientos telemédicos que se proponen. Este modelo partirá del modelo de cuidado tradicional que se sigue en un centro sanitario concreto, el Hospital Clínic de Barcelona.
- La creación de una arquitectura de telemedicina, denominada Hospital VIHrtual, que implemente ese modelo, dando por tanto soporte a los nuevos procedimientos, y definiendo los servicios y módulos a implementar.
- La definición, desarrollo e implantación de un sistema de telemonitorización y telecuidado compartido y domiciliario para este tipo de pacientes en el Servicio de Enfermedades Infecciosas del Hospital Clínic de Barcelona. Este sistema debe integrar diferentes herramientas de colaboración y visualización de información, basadas en el modelo definido, para lograr una atención integral del paciente.
- La evaluación del impacto tecnológico, económico y clínico de los nuevos procedimientos telemédicos en el cuidado de un colectivo de pacientes mediante un ensayo clínico con el sistema de telemedicina desarrollado por parte de un equipo multidisciplinar de cuidado del Hospital Clínic de Barcelona.

### **1.3 Desarrollo**

Para la definición de los modelos de las primeras etapas de la investigación se ha seguido la metodología de modelado de procesos de negocio ARIS [Sche92]. Se han realizado tres modelos para una mejor comprensión del problema y exponer así formalmente la solución propuesta. Se trata de modelos específicos para el cuidado y seguimiento en el Hospital Clínic de Barcelona de pacientes crónicos infectados por VIH, por lo que los resultados obtenidos serán aplicables únicamente en el citado dominio de aplicación. Lógicamente estos modelos serán generalizables a otras patologías y otros centros sanitarios que sean similares a este, pero la validación de los modelos en otros ámbitos queda fuera de los objetivos de esta tesis.

El primero de los modelos es un organigrama de los servicios del Hospital Clínic de Barcelona implicados en los procesos de atención a pacientes infectados por VIH. De esta forma se establecen los recursos existentes y se pueden buscar las necesidades de mejora en los mismos. El segundo es el modelo actual de los procesos de atención a pacientes infectados por VIH que se siguen en el Hospital Clínic. Se describen en detalle aquellos aspectos del modelo de cuidado en los que se prevé un mayor impacto de la telemedicina. El tercer modelo es el que representa los procesos de atención una vez introducida la telemedicina para el seguimiento de los pacientes infectados por VIH. Por último, se han realizado entrevistas con los profesionales y pacientes del Hospital Clínic de Barcelona, para mejorar y validar los modelos descritos. También se han comparado con modelos existentes ya validados de similares características.

Una vez expuestos los organigramas y modelos de cómo es la atención a los pacientes con VIH crónicos y estables en el Hospital Clínic de Barcelona, y cómo se podrían mejorar esos modelos mediante la telemedicina, llega la hora de realizar una propuesta concreta de arquitectura que siga el modelo propuesto para la atención a este tipo de pacientes en ese entorno particular mediante procedimientos telemédicos.

Primero se establece el contexto y dominio donde se pretende implementar la arquitectura. Después se establecen los requisitos que especifican la arquitectura de telemedicina Hospital VIHrtual, para lo cual se ha empleado la metodología de captura de requisitos Volere [Robe06]. Por último, se describe la arquitectura en detalle, componente a componente, destacando la infraestructura necesaria para cada uno de ellos y resaltando por su especial importancia los aspectos relativos a la seguridad. Los principales servicios que ofrece la arquitectura Hospital VIHrtual se muestran en la figura siguiente:

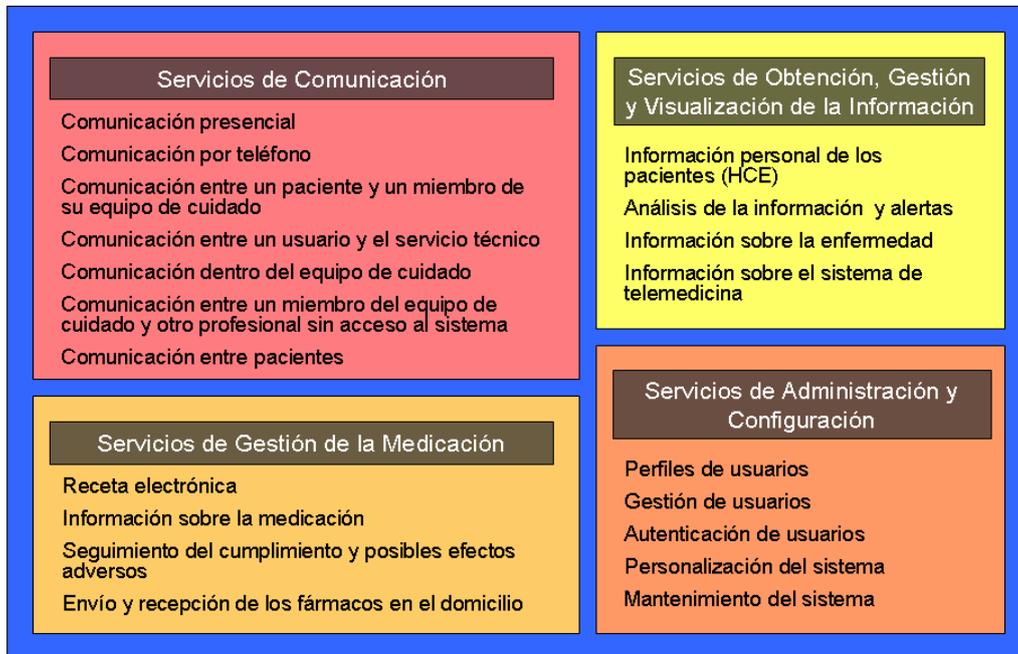


Fig. 1. Principales servicios de la Arquitectura Hospital VIHrtual

Para dar flexibilidad a la arquitectura, esta se divide en una serie de módulos, representados en la siguiente figura con algunas de las comunicaciones entre ellos.

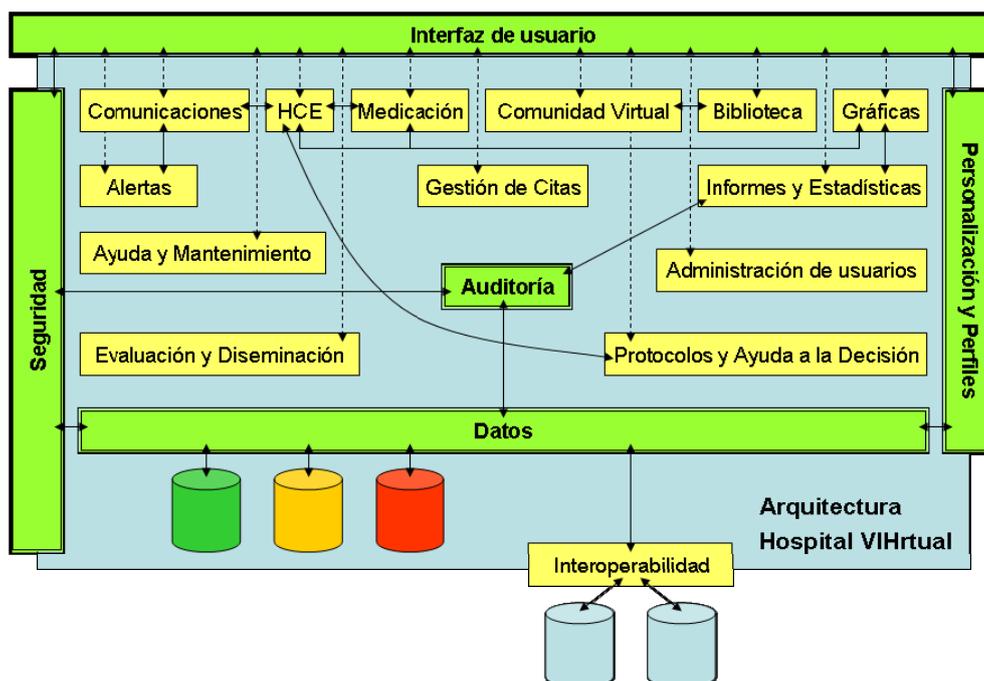


Fig. 2. Módulos de la Arquitectura Hospital VIHrtual

Es importante dejar claro que no se ha pretendido definir una arquitectura genérica aplicable a cualquier entorno, sino una arquitectura particular, que debería ser adaptada si quiere ser transferida a otro ámbito. Por ello se ha incluido una Guía de recomendaciones para la implementación de sistemas de telemedicina siguiendo esta arquitectura.

La metodología escogida para evaluar la arquitectura ha sido la de implementarla en un sistema de telemedicina concreto, incorporando el mayor número de elementos de la misma para poder evaluarla experimentalmente. Para esta evaluación se va a seguir una metodología basada en las propuestas por el Dr. Andrés Martínez en [Mart00] y por la Red de Telemedicina en [Cant04]. Para el diseño e implantación de la arquitectura y sistema de telemedicina basada en el nuevo modelo se ha seguido la metodología RUP (Rational Unified Process).

## **1.4 Conclusiones**

El presente trabajo de investigación ha permitido crear un servicio de telemedicina que actualmente atiende a más de 200 pacientes en el Hospital Clínic de Barcelona y que está siendo comercializado por la empresa Tesis Telemedicina S.L. con gran éxito.

Se ha desarrollado un modelo de atención telemédica, una arquitectura y un sistema de telemedicina que permite extender este tipo de servicios de telemedicina para pacientes con VIH crónicos a otro tipo de patologías crónicas para ser atendidos de forma remota en su domicilio. Esto supone, como se ha demostrado en la evaluación de esta tesis doctoral, una mejora en la calidad de vida de los pacientes y en la atención que reciben.

Un trabajo como este era necesario para resolver el gran aumento en la demanda de atención en los hospitales de este tipo de pacientes, que cada vez viven más tiempo, como sucede con muchos de los pacientes crónicos. El empleo de esta arquitectura propuesta en atención primaria es otro de los retos que se afronta en estos momentos.

## 2. ORIGINALIDAD DEL TEMA

Existen otros trabajos [Garc04][Tole03] que realizan modelos o arquitecturas de atención a pacientes crónicos por telemedicina, pero ninguno de ellos ha llegado a demostrar su validez, ni mucho menos a implementar un sistema que funcione en rutina clínica o que sea explotado comercialmente como el que se logra con la presente tesis.

Una de las principales ventajas que ofrece la arquitectura que se propone en esta tesis es su sostenibilidad y su facilidad de uso. Se han buscado soluciones tecnológicamente robustas, que permitan escalar fácilmente la implementación de un sistema de telemedicina para que pueda abarcar un gran número de pacientes. Para ello se ha reutilizado siempre que se ha podido los recursos de los propios pacientes (su propio ordenador, teléfono móvil, etc.) y del hospital (la red y ordenadores de los profesionales sanitarios, los servidores, el cortafuegos, etc.). Se ha realizado un gran esfuerzo en la usabilidad y personalización del sistema, logrando que sea empleado sin problemas por personas que no utilizan habitualmente ordenadores.

La novedad de la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones para la atención a pacientes con VIH crónicos radica también en la integración de todo el proceso de cuidado en un único servicio de telemedicina, al que pueden acceder todos los profesionales del equipo de cuidado y el propio paciente. El acceso a los propios datos clínicos por parte del paciente, las visitas por videoconferencia con el médico, el enfermero o el farmacéutico, el envío de mensajes o la recepción de la medicación en su domicilio, son servicios que eran impensables hasta ahora.

El soporte a los procesos de colaboración de los profesionales que forman el equipo de cuidado del paciente es otro de los servicios innovadores que se ofrece en la arquitectura propuesta en la tesis. Gracias a ello, la atención que recibe el paciente es mejor y está mejor coordinada, mejorando la comunicación entre los profesionales y entre estos y el paciente.

La flexibilidad de la arquitectura es también otra de las ventajas, que ha permitido adaptarla para poder implementar sistemas de teleasistencia en otras patologías crónicas distintas al VIH/SIDA.

Hacía falta un trabajo como el presentado en esta tesis para abrir las puertas de los servicios de telemedicina en los hospitales españoles, demostrando su viabilidad y su eficacia. Hasta el momento daba la impresión que la atención con telemedicina eran únicamente buenas intenciones destinadas a proyectos piloto con pocos pacientes. Este trabajo ha demostrado con un gran número de pacientes que existen soluciones complementarias válidas para la creciente demanda de atención sanitaria de pacientes crónicos. Gracias a ello, se ha abierto el camino a las empresas dedicadas a los servicios de telemedicina para ofrecer sistemas de este tipo para la atención de pacientes en rutina clínica.

Este trabajo de investigación ha dado lugar a la publicación de 5 artículos de revista, 3 capítulos de libro y se han presentado 8 contribuciones a congresos internacionales y 12 en nacionales (ver Anexos, donde se ha incluido una copia de uno de los artículos más recientes).

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS

Las principales aportaciones de la tesis doctoral son las siguientes, remarcando las tres más importantes:

**A1:** Un análisis detallado del contexto de la atención a pacientes con VIH/SIDA, definiendo las necesidades a resolver, en particular las relacionadas con el cuidado compartido de los pacientes por parte de un equipo de atención multidisciplinar.

**A2:** El diseño del modelo actual de cuidado de pacientes con VIH/SIDA en el Hospital Clínic de Barcelona, formalizado mediante un lenguaje de modelado sencillo e intuitivo, y validado posteriormente.

**A3:** La definición de un nuevo modelo de atención integral y cuidado compartido en VIH/SIDA que integra los nuevos procedimientos telemédicos que se proponen en esta tesis.

Este modelo, basado en el Modelo de Cuidado Crónico, es el pilar fundamental de toda la investigación. Aunque el modelo no haya sido validado en otros dominios, su estructura es suficientemente flexible y se puede adaptar a otras situaciones similares a la tratada en esta tesis.

La introducción de los procedimientos telemédicos en el nuevo modelo de atención integral y cuidado compartido para pacientes con VIH/SIDA ha implicado la conversión de los procesos principales del seguimiento de pacientes. Sin embargo muchos de los procesos siguen igual que antes o han sufrido unos cambios mínimos.

Para el diseño del modelo se ha aplicado nuevamente la metodología ARIS y sus herramientas de diseño de modelos de procesado de negocio.

Esta vez para validar el modelo se propone definir una arquitectura basada lo más posible en él, para implementarla más adelante en un sistema que se instala en el Hospital. De esta forma, realizando la evaluación de dicho sistema se podrá observar cómo se comporta en el mundo real, y por tanto la validez de la arquitectura definida, y por extensión la validez del nuevo modelo definido.

Estas serán por tanto las tres aportaciones principales de la tesis, el modelo, la arquitectura y la evaluación.

**A4:** La definición de una arquitectura de telemedicina, denominada Hospital VIHrtual, que implementa ese modelo, dando soporte a los nuevos procedimientos, y definiendo los servicios y módulos a implementar por los sistemas de telemedicina que quieran emplearla.

Se han elegido una serie de módulos y componentes para formar una arquitectura abierta y flexible denominada Hospital VIHrtual, que permita a los desarrolladores implementar sistemas de telemedicina para la atención de pacientes con VIH crónicos. En la

implementación de esta arquitectura no se han utilizado nuevas tecnologías o equipos de última generación, sino que se ha dado prioridad a las tecnologías probadas, con amplia implantación y de bajo coste para poder extender el sistema a un mayor número de usuarios. Se ha tratado de limitar lo menos posible las opciones para su posterior implementación, ofreciendo un amplio rango de elección en cada uno de los servicios disponibles. Esto dota a la arquitectura de la flexibilidad necesaria para poder ser implantada en otros centros o en otros dominios similares al aquí expuesto.

**A5:** La definición de métodos de colaboración y visualización de información, basadas en el modelo definido, para lograr una atención integral del paciente. Dichos métodos se han integrado en el sistema de telemedicina desarrollado que se comenta en el siguiente apartado.

**A6:** El diseño, definición, desarrollo e implantación de un sistema de telemonitorización y telecuidado compartido y domiciliario para este tipo de pacientes en el Servicio de Enfermedades Infecciosas del Hospital Clínic de Barcelona.

Se ha diseñado, definido y desarrollado un sistema de telemedicina basado en la arquitectura Hospital VIHrtual, proporcionando los servicios básicos de esta.

Los pacientes pueden comunicarse por videoconferencia, chat o mensajes con el personal sanitario del centro utilizando el sistema, así como consultar sus propios datos clínicos.

Los profesionales pueden atender a los pacientes tanto de forma remota como local, accediendo en todo caso a los todos los datos de los pacientes. La dispensación de la medicación por parte del farmacéutico también se realiza por medio del sistema, enviando por mensajería los fármacos al domicilio del paciente.

El administrador del sistema se encarga de dar de alta y baja usuarios y por tanto de sincronizar sus datos entre los distintos sistemas de información.

Sin lugar a dudas, esta aportación ha sido la más costosa de toda la investigación en cuanto a esfuerzo y tiempo. El diseño y desarrollo del sistema, una vez se tiene la arquitectura con todos los requisitos, no es excesivamente complejo. Sin embargo, su implantación en el Hospital Clínic de Barcelona ha requerido continuas adaptaciones para lograr integrarlo en la red del centro. Eso sí, el esfuerzo ha merecido la pena, ya que hoy en día el sistema está funcionando en rutina con más de 200 pacientes.

**A7:** La evaluación del impacto tecnológico, económico y clínico de los nuevos procedimientos telemédicos en el cuidado de un colectivo de pacientes mediante un ensayo clínico en el citado hospital.

De nada sirve proponer modelos y arquitecturas si posteriormente estos no pueden ser implementados y evaluados correctamente. Con el desarrollo de un sistema de telemedicina conforme a la arquitectura Hospital VIHrtual y su implantación en el Hospital Clínic de Barcelona se ha conseguido demostrar que se pueden emplear las TIC en el proceso

de cuidado compartido de pacientes crónicos con VIH. El sistema de telemedicina desarrollado es un mero ejemplo de cómo implementar parte de los servicios que la arquitectura ofrece.

Se ha realizado un ensayo clínico randomizado cruzado durante dos años con 91 pacientes con VIH crónicos y estables, y 19 profesionales sanitarios del Hospital Clínic de Barcelona. Los principales resultados de la evaluación del primer año son:

- El sistema de telemedicina mejora significativamente algunos indicadores de salud como los CD4 o el Índice Global de Gravedad de los síntomas, pero esto no debe tomarse aún como definitivo, pues el tamaño muestral era pequeño en estos casos ( $n < 20$ ). Se habrá de esperar a tener los resultados de la evaluación a los dos años, con los grupos enteramente cruzados para poder extraer algún resultado concluyente.
- El sistema mejora el acceso a los servicios sanitarios para los pacientes.
- El sistema ha reforzado los procesos de colaboración existentes previamente, como el del médico con el farmacéutico.
- La diferencia entre los costes y los beneficios del sistema es de 24 € al mes por cada paciente.
- El sistema es seguro, estable, sencillo y fácil de usar.
- Según los profesionales, “los resultados de la atención sanitaria recibida por telemedicina respecto a la atención que prestaría si el paciente se desplazara al centro es mejor”.

El resultado que mejor refleja el éxito de la arquitectura y del sistema desarrollado es que éste ha pasado a ser utilizado en rutina clínica, contando ya con más de 200 pacientes, y se ha realizado la transferencia tecnológica a una empresa de servicios de telemedicina para su puesta en el mercado.

## 4. APLICABILIDAD PRÁCTICA EN EL ÁREA ESPECÍFICA

A la luz de los resultados obtenidos descritos en el apartado anterior, y una vez evaluados el modelo, la arquitectura y el sistema propuestos en esta tesis doctoral mediante un ensayo clínico durante tres años, la mejor forma de demostrar la aplicabilidad de las aportaciones de esta investigación es presentando los logros obtenidos y sus posibilidades de futuro.

Lo más importante es que los resultados ya están siendo aplicados desde hace dos años para atender de forma rutinaria, fuera del ensayo clínico, a más de 200 pacientes en el Hospital Clínic de Barcelona mediante los procedimientos propuestos en esta tesis.

Además creo importante destacar que el sistema de telemedicina implementado ha obtenido el Primer Premio de la Cuarta Edición del Premio Nuevas Aplicaciones para Internet de la Cátedra Telefónica para Internet de Nueva Generación de la Universidad Politécnica de Madrid (ver Anexos).

Se ha realizado la transferencia tecnológica del sistema implementado a través de la Universidad Politécnica de Madrid a la empresa Tesis Telemedicina S.L. Esta empresa será la encargada de realizar la mejora y mantenimiento del sistema Hospital Virtual en el Hospital Clínic, habiendo firmado con ellos un contrato recientemente para llevar a cabo dichas tareas. Creo importante hacer notar en este punto que el tesinando no tiene relación contractual ni empresarial alguna con dicha empresa.

Además, esta empresa ha incluido en su catálogo de productos el Hospital Virtual, que es una extensión del sistema propuesto para la atención domiciliar de pacientes crónicos de forma remota (ver <http://www.tesis.es/index.php?seccion=2&subseccion=4&apartado=5>). Se constata así una de las mayores potencialidades de la arquitectura propuesta, que es su flexibilidad para poder ser adaptada a otras patologías fuera del VIH/SIDA. Tesis Telemedicina S.L. está negociando actualmente su implantación no sólo a nivel de un único hospital sino de toda la Región Sanitaria de Asturias.

Las posibilidades de aplicación del trabajo de esta investigación se extienden aún más si se tiene en cuenta uno de los trabajos en los que se está investigando actualmente, que es el traslado del sistema a terminales móviles, también soportados por la arquitectura. En esta línea se está realizando una experiencia piloto de videoconferencia para la atención de los pacientes desde teléfonos móviles 3G. Esta nueva línea de trabajo de la tesis fue iniciada mediante un Proyecto Fin de Carrera titulado "Sistema de Teleasistencia domiciliar multiespecialidad" del Ing. David Álvarez Díaz y dirigido por el tesinando que ha obtenido ya tres premios: Primer premio en la X Convocatoria de los Premios Para Proyectos Fin de Carrera del Ayuntamiento de Gijón, Categoría TIC, el Premio al mejor Proyecto Fin de Carrera de carácter tecnológico de la Asociación de Ingenieros de Telecomunicación de Asturias y el Premio Fundación Telefónica al mejor Proyecto Fin de Carrera en Redes y Servicios de Telecomunicación. Esto refleja el buen trabajo realizado en esa línea de Hospital Virtual Móvil y el interés que despierta.

La aplicabilidad de la arquitectura propuesta aumenta si se extiende la implementación para comunicar no sólo a los pacientes remotos, sino también a los

profesionales sanitarios que trabajan en áreas distantes. Este es el caso del British Columbia Centre for Excellence in HIV/AIDS del St Paul's Hospital de Vancouver (Canadá), que es un centro de referencia para el VIH/SIDA de toda la provincia de British Columbia y que está estudiando el empleo del Hospital Virtual para comunicarse con todos los médicos que atienden pacientes con VIH en la provincia, así como para informatizar sus historias clínicas. El sistema fue presentado allí el 26 de febrero de 2008 y ha sido muy bien recibido, por lo que actualmente se está realizando el estudio de especificaciones para realizar la adaptación.

## 5. REFERENCIAS

- [Cant04] Canto R, Olavaria L, Martín C, Serrano P, Márquez S, Benjumea MM, en representación del grupo GET. Guía para evaluar sistemas y servicios de salud basados en Telemedicina. Red de Telemedicina, 2004.
- [Garc04] García A. Arquitectura Multi-Acceso de Telemedicina para el Cuidado Compartido de Pacientes Diabéticos. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. 2004.
- [HERO01] HERO: Health Promotion and Educational Support for the Rehabilitation of Offenders. UE - IST-2000-26724 - Programa Information Society Technologies – Application related to Health.
- [Mart00] Martínez A, Rodrigues RJ, Infante A, Campillo C, Gattini C. Bases metodológicas para evaluar la viabilidad y el impacto de proyectos de telemedicina. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud, 2001.
- [OMS02] Organización Mundial de la Salud (OMS). Innovative Care for Chronic Conditions: Building Blocks for Action. 2002 Global Report, World Health Organization.
- [OMS04] Organización Mundial de la Salud (OMS). Informe sobre la salud en el mundo 2004. Cambiemos el rumbo de la historia.
- [ONUS06] Programa Conjunto de las Naciones Unidas sobre el VIH/SIDA (ONUSIDA). Informe sobre la epidemia mundial de SIDA 2006. Disponible en [http://www.unaids.org/en/HIV\\_data/2006GlobalReport/2006-GR\\_es.asp](http://www.unaids.org/en/HIV_data/2006GlobalReport/2006-GR_es.asp). Consultado en Enero 2007.
- [Robe06] Robertson J, Robertson S. Volere Requirements Specification Template. Edition 11 - February 2006. Disponible en: <http://www.volere.co.uk/template.htm>. Consultado en Enero 2007.
- [Scan00] Scandlyn J. When AIDS became a chronic disease. West J Med 2000;172:130-133.
- [Sche92] Scheer AW. Architecture of Integrated Information Systems, 1st edition. Springer, 1992.
- [SEAH98] SEAHORSE-II: Support, Empowerment and Awareness for HIV/AIDS; the on-line research and self-help exchange .UE - HC4019- Programa Telematics Application: Health Care.
- [Tole03] De Toledo P. Propuesta de un modelo de sistema de telemedicina para la atención sanitaria domiciliaria. Tesis doctoral Universidad Politécnica de Madrid. 2003.

# Anexos

## Publicaciones o Documentos Científico-Técnicos

---

( CLAVE: L = libro completo, CL = capítulo de libro, A = artículo, R = "review", E = editor,  
S = Documento Científico-Técnico restringido. )

---

Autores (p.o. de firma): Caceres C, Gomez EJ, Garcia F, Gatell JM, Del Pozo F.  
Título: An integral care telemedicine system for HIV/AIDS patients  
Ref. revista: International Journal of Medical Informatics **Índice de Impacto (JCR): 1,726 (2006)**  
Clave: A      Volumen: 75 (9)      Páginas, inicial: 638      final: 642      Fecha: 2006  
Editorial: Elsevier Ireland Ltd.      Lugar de publicación: Ireland

---

Autores (p.o. de firma): Caceres C, Gómez EJ, Hernando ME, García F, Del Pozo F.  
Título: Application areas: HIV/AIDS  
Ref. Libro: Home Telehealth: Connecting Care Within the Community  
Clave: CL      Páginas, inicial: 137      final: 148      Fecha: 2006  
Editorial: Royal Society of Medicine Press Ltd.      Lugar de publicación: Londres (Gran Bretaña)

---

Autores (p.o. de firma): Caceres C, Gómez EJ, García F, Chausa P, Guzman J, Del Pozo F, Gatell JM.  
Título: A Home Integral Telecare System for HIV/AIDS patients  
Ref. revista / Libro: Studies in Health Technology and Informatics – Medical and Care Computetics 2  
Clave: CL      Volumen: 114      Páginas, inicial: 23      final: 29      Fecha: 2005  
Editorial: IOS Press      Lugar de publicación: Ámsterdam (Holanda)

---

Autores: C. Cáceres, F. García, P. Chausa, E.J. Gómez, J.M. Gatell, F. Del Pozo.  
Título: A telemedicine system for chronic HIV/AIDS patient home care through the Internet  
Ref. revista / Libro: Telemedicine and e-Health  
Clave: A      Volumen: 11      Páginas, inicial: 219      final: 220      Fecha: 2005  
Editorial: Mary Ann Liebert, Inc.      Lugar de publicación: New York (USA)

---

Autores (p.o. de firma): C Caceres, EJ Gomez, F García, P Chausa, J Guzmán, F del Pozo, JM Gatell.  
Título: A new telemedicine approach for Chronic HIV Patient Care  
Ref. revista / Libro: Overcoming the barriers to e-health growth in Enlarged Europe.  
Clave: CL      Volumen:      Páginas, inicial: 139      final: 149      Fecha: 2004  
Editorial: Zdrowie i Zarzadzanie      Lugar de publicación: Cracovia

---

Autores (p.o. de firma): E.J. Gómez, C. Cáceres, D. López, F. Del Pozo.  
Título: A Web-based Self-Monitoring System for people living with HIV/AIDS  
Ref. revista: Computer Methods and Programs in Biomedicine **Índice de Impacto (JCR): 0,570 (2002)**  
Clave: A      Volumen: 69      Páginas, inicial: 75      final: 86      Fecha: 2002  
Editorial: Elsevier      Lugar de publicación:

---

Autores (p.o. de firma): Caceres, C.; Gomez, E.J.; Del Pozo, F.  
Título: A patient monitoring tool for an HIV/AIDS integral care model  
Ref. revista / Libro: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society  
Clave: A      Volumen: 4      Páginas, inicial: 3602      final: 3605      Fecha: 2001  
Editorial:      Lugar de publicación:

---

Autores (p.o. de firma): C. Cáceres, E.J. Gómez, D. López y F. del Pozo.  
Título: Seguimiento clínico y emocional de personas con VIH/sida a través de Internet  
Ref. revista / Libro: Publicación oficial de la Sociedad Española Interdisciplinaria del SIDA (SESIDA)  
Clave: A      Volumen: 12, nº 5      Páginas, inicial: 392      final: 396      Fecha: 2001  
Editorial: Doyma      Lugar de publicación:

---

## Contribuciones a Congresos

---

Autores: D. Álvarez, C. Cáceres, P. Chausa, J. Guzmán, F. García, M.E. Hernando, E.J. Gómez.  
Título: Hospital Virtual Móvil: Seguimiento del tratamiento de un paciente con VIH desde su teléfono móvil  
Tipo de participación: Autor  
Congreso: XXIV Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (CASEIB 2006)  
Publicación: Libro de Actas  
Lugar de celebración: Pamplona (España) Fecha: 2006

---

Autores: J. Guzmán, P. Chausa, C. Cáceres, F. García, E. J. Gómez.  
Título: Comunidades virtuales: Herramientas para trabajo colaborativo en el cuidado compartido de pacientes con VIH  
Tipo de participación: Autor  
Congreso: XXIV Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (CASEIB 2006)  
Publicación: Libro de Actas  
Lugar de celebración: Pamplona (España) Fecha: 2006

---

Autores: C. Cáceres, E.J. Gomez, F. García, P. Chausa, J. Guzman, F. Del Pozo, J.M. Gatell  
Título: A new home telecare model for chronic HIV/AIDS patients  
Tipo de participación: Autor  
Congreso: 3rd European Medical & Biological Engineering Conference - EMBEC 05  
Publicación: IFMBE Proceedings, Vol. 11. Prague: IFMBE, 2005. ISSN 1727-1983  
Lugar de celebración: Praga (República Checa) Fecha: 20-25 de noviembre de 2005

---

Autores: C. Cáceres, E.J. Gómez  
Título: VIHrtual Hospital: a telemedicine system for home care of HIV patients  
Tipo de participación: Ponente invitado  
Congreso: 3rd International Conference on Information and Communication Technologies in Health (ICICTH 2005)  
Publicación: Libro de Actas  
Lugar de celebración: Samos (Grecia) Fecha: 7-9 de julio de 2005

---

Autores: C. Cáceres, E.J. Gómez, F. García, P. Chausa, J. Guzmán, F. Del Pozo, J.M. Gatell  
Título: A Home Integral Telecare System for HIV/AIDS patients  
Tipo de participación: Ponente  
Congreso: International Council on Medical and Care Compunetics Event (ICMCC 2005)  
Publicación: Libro de Actas  
Lugar de celebración: La Haya (Holanda) Fecha: 1-3 de junio de 2005

---

Autores: C. Cáceres, F. García, P. Chausa, E.J. Gómez, J.M. Gatell, F. Del Pozo.  
Título: A telemedicine system for chronic HIV/AIDS patient home care through the Internet

Tipo de participación: Ponente  
Congreso: Tenth Annual Meeting & Exposition of the American Telemedicine Association (ATA 2005)  
Publicación: Libro de Actas  
Lugar de celebración: Denver (Estados Unidos) Fecha: 17-21 de abril de 2005

---

Autores: C. Cáceres, E.J. Gómez, J. Guzmán, M. Tuset, C. Codina, F. Del Pozo.  
Título: Telefarmacia: seguimiento y envío de medicación para personas con VIH/SIDA  
Tipo de participación: Ponente  
Congreso: X Congreso Nacional de Internet, Telecomunicaciones y Movilidad (Mundo Internet 2005)  
Publicación: Libro de Actas  
Lugar de celebración: Madrid (España) Fecha: 13-15 de abril de 2005

---

Autores: C. Cáceres, E.J. Gómez, F. García, P. Chausa, J.M. Gatell, F. Del Pozo  
Título: A new telemedicine approach for chronic HIV/AIDS patient home care  
Tipo de participación: Ponente  
Congreso: The International Trade Event and Conference for eHealth, Telemedicine and Health ICT (Med-e-tel 2005)  
Publicación: Libro de Actas  
Lugar de celebración: Luxemburgo (Luxemburgo) Fecha: 5-8 de abril de 2005

---

Autores: C. Cáceres, F. García, E.J. Gómez, J.M. Gatell, F. Del Pozo.  
Título: Hospital VIHrtual: Atención integral a pacientes VIH/SIDA por Internet  
Tipo de participación: Ponente  
Congreso: VIII Congreso Nacional sobre el SIDA  
Publicación: Libro de Actas  
Lugar de celebración: Madrid (España) Fecha: 24-26 de noviembre de 2004

---

Autores: C. Cáceres, E.J. Gómez, M. Tuset, C. Codina, M.E. Hernando, F. Del Pozo.  
Título: Telefarmacia: seguimiento y envío de la medicación para personas con VIH/SIDA en Barcelona  
Tipo de participación: Ponente  
Congreso: XXII Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (CASEIB 2004)  
Publicación: Libro de Actas (pp. 133-136)  
Lugar de celebración: Santiago de Compostela (España) Fecha: 11-13 de noviembre de 2004

---

Autores: P. Chausa, C. Cáceres, E.J. Gómez, J. Blanch, A. Rousaud, C. Lanaspá, M.E. Hernando, F. Del Pozo.  
Título: Integración de datos psicológicos y sociales en la historia clínica electrónica de personas con VIH/SIDA  
Tipo de participación: Autor  
Congreso: XXII Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (CASEIB 2004)  
Publicación: Libro de Actas (pp. 309-312)

Lugar de celebración: Santiago de Compostela (España)  
2004

Fecha: 11-13 de noviembre de

---

Autores: C. Cáceres, E.J. Gómez, F. García, M.E. Hernando, P. Chausa, J.M. Gatell, F. Del Pozo.

Título: A home-based telemedicine service for chronic HIV/AIDS patients

Tipo de participación: Autor

Congreso: Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering (MEDICON 2004)

Publicación: Libro de Actas

Lugar de celebración: Ischia (Italia)

Fecha: 31 de julio-5 de agosto de

2004

---

Autores: C. Cáceres, E.J. Gómez, F. García, J.M. Gatell, F. Del Pozo.

Título: VIHrtual Hospital: A telemedicine system for chronic HIV patient care through the Internet

Tipo de participación: Ponente

Congreso: Tromso Telemedicine and e-Health Conference (TTeC 2004)

Publicación: Libro de Actas

Lugar de celebración: Tromso (Noruega)

Fecha: 21-23 de junio de 2004

---

Autores: C. Cáceres, E.J. Gómez, F. García, J.M. Gatell, F. Del Pozo.

Título: Hospital VIHrtual: Experiencia real de un sistema de cuidado de pacientes VIH/SIDA por Internet

Tipo de participación: Ponente

Congreso: IX Congreso Nacional de Internet, Telecomunicaciones y Movilidad (Mundo Internet 2004)

Publicación: Libro de Actas (pp. 491-497)

Lugar de celebración: Madrid (España)

Fecha: 11-13 de febrero de

2004

---

Autores: C. Cáceres, E.J. Gómez, F. García, J.M. Gatell, M.E. Hernando, F. Del Pozo.

Título: Arquitectura de un servicio de telemedicina de atención domiciliaria para personas que viven con VIH/SIDA

Tipo de participación: Ponente

Congreso: XXI Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (CASEIB 2003)

Publicación: Libro de Actas (pp. 231-234)

Lugar de celebración: Mérida (España)

Fecha: 13-15 de noviembre de

2003

---

Autores: C. Cáceres, E.J. Gómez, F. García, J.M. Gatell, F. Del Pozo.

Título: "Hospital VIHrtual": Servicio de telemedicina para enfermos infectados por el VIH

Tipo de participación: Ponente

Congreso: XX Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (CASEIB 2002)

Publicación: Libro de Actas (pp. 53-55)

Lugar de celebración: Zaragoza (España)

Fecha: 27 - 29 de noviembre de

2002

---

Autores: C Cáceres, EJ Gómez, F Del Pozo

Título: La implantación de las tecnologías Internet en el campo del VIH/SIDA

Tipo de participación: Ponente

Congreso: XIX Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (CASEIB 2001)

Publicación: Libro de Actas (pp. 165-167)

Lugar de celebración: Madrid (España)  
2001

Fecha: 29 - 30 de noviembre de

---

Autores: Caceres, C.; Gomez, E.J.; Del Pozo, F.

Título: A patient monitoring tool for an HIV/AIDS integral care model

Tipo de participación: Autor

Congreso: 23rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society

Publicación: Proceedings (vol. 4, pp. 3602 –3605)

Lugar de celebración: Estambul (Turquía)

Fecha: 2001

---

Autores: Cáceres Taladriz C, Gómez Aguilera EJ, López Díaz-Ufano D, del Pozo Guerrero F.

Título: Monitorización por Internet de la evolución clínica y emocional de personas con VIH/SIDA

Tipo de participación: Ponente

Congreso: XVIII Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica (CASEIB 2000)

Publicación: Libro de Actas (pp. 127-130)

Lugar de celebración: Cartagena (España)  
de 2000

Fecha: 27 - 29 de septiembre

---

Autores: Cáceres Taladriz C, Gómez Aguilera EJ, López Díaz-Ufano D, Del Pozo Guerrero F.

Título: Seguimiento clínico y emocional de personas con VIH/SIDA a través de Internet

Tipo de participación: Ponente

Congreso: V Reunión Nacional sobre el SIDA de la Sociedad Española Interdisciplinaria del SIDA (SEISIDA)

Publicación: Libro de Actas

Lugar de celebración: Pamplona (España)

Fecha: 5 - 7 de abril de 2000

---