

## **Cirugías on-line, como elemento didáctico en la Carrera de Medicina de las Universidades: Uniandes, UTPL y Cuenca**

---

MSc. Gustavo Eduardo Fernandez Villacres  
[cyssaedu@gmail.com](mailto:cyssaedu@gmail.com)  
*Uniandes, UTPL y Cuenca*

### **RESUMEN**

La enseñanza de la Medicina y en especial de la Cirugía ha sido dificultosa a lo largo del tiempo, eso quiere decir que no es una problemática de hoy sino de siempre, la principal ventaja es que ahora contamos con elementos tecnológicos que nos permiten, simular u observar los procesos operatorios. La posibilidad de poder transmitir operaciones a grandes distancias no es una idea nueva, ya se ha realizado, pero para ello se requieren de dispositivos sumamente caros. Como solución a esta problemática es que surge el proyecto denominado "Plataforma de telecirugía y telemonitoreo" el cual tiene como finalidad armar una plataforma tecnológica de hardware y software para transmitir las operaciones desde los Quirófanos de las 3 universidades en mención para beneficio de sus alumnos de medicina. La transmisión se posibilita por la existencia de la red CEDIA que trabaja a velocidades superiores a 100 Mhz. Se considera de que los estudiantes de Medicina al poder participar como asistentes de muchos procesos operatorios podrán observar y aprender ciertas técnicas que no se pueden asimilar en clase. Esta posibilidad de observación que brinda la tecnología, contribuye al mejoramiento del proceso enseñanza-aprendizaje en la Carrera de Medicina de las Universidades en mención. Finalmente si se le ve desde el punto de vista económico el proyecto tiene una baja inversión en relación al costo de los equipos utilizados para transmisiones anteriores.

**PALABRAS CLAVE:** Telecirugía, Cirugía, Medicina, Telemedicina, Telemonitoreo

## **ABSTRACT**

Teaching of Medicine and Surgery in particular has been difficult over time, that means it is not a problem today , but as always, the main advantage is that we now have technological elements that allow us to simulate or observe the surgical procedures. The ability to transmit operations over long distances is not a new idea, as has been done , but this will require very expensive devices. As a solution to this problem is that the project " Platform for telesurgery and telemonitoring " which aims to build a technology platform hardware and software to transfer operations from the operating rooms of the 3 universities in question for the benefit of their students comes medicine . The transmission is made possible by the existence of the CEDIA network that works at speeds above 100 Mhz.

It is considered that the medical students to participate as assistants to many operative procedures can observe and learn certain techniques that can not be assimilated in class. This possibility of observation offered by technology , contributes to improving the teaching -learning process in the Medical School of the Universities in question. Finally if looked from the economic point of view the project has a low investment relative to the cost of equipment used for previous broadcasts.

**KEYWORDS:**Technology, Surgery, Medical, Telesurgery, Telemonitoring

## **INTRODUCCIÓN**

La comunicación es una actividad humana que aparece junto con el hombre, se puede señalar que desde el apareamiento del mismo, este trató de comunicarse con sus semejantes ya sea a través de gruñidos o gestos. Ya con el dominio del lenguaje este proceso se torna mucho más fácil y se inició lo que hoy se conoce como comunicación oral o verbal.

El desarrollo del ser humano y el crecimiento poblacional del mismo, implicó que la comunicación tenga un problema relacionado con la distancia, esto quiere decir que la distancia a la que se hallaban los pueblos impedía que se puedan comunicar entre los mismos.(Forouzan, 2008)

El ser humano a tratado de crear medios de comunicación para solventar la distancia, en muchas regiones se utilizaban tambores como medios de comunicación distante, señales de humo, los maratonistas griegos, los emisarios o heraldos también se constituían en elementos portadores de noticias. En nuestro país en la era incaica eran muy populares los chasquis para el envío y recepción de información a grandes distancias.

Existen una serie de descubrimientos científicos sucedidos a fines del siglo XVIII y principios del XIX, relacionados especialmente con la física y la electricidad que luego desembocaron en el primer medio de telecomunicación. Entre estos descubrimientos podemos señalar:(José, 2008)

- En 1729 Stephan Gray descubre que la electricidad puede ser transmitida
- En 1750 Benjamin Franklin, con su famoso experimento de la cometa estableció la ley de conservación de la carga y determinó que debían de haber cargas positivas y negativas.
- En 1780 Charles Agustin D’Coulomb midió fuerzas eléctricas y magnéticas utilizando una balanza de torsión que él mismo inventó.
- En 1801 en la Academia de Ciencias de París ALEJANDRO VOLTA, físico italiano, presenta su invento llamado "pila de Volta".
- En 1809 el Alemán Samuel Thomas Soemmerring (1755-1830) inventó el telégrafo electro-químico cuyo principio se basaba en convertir agua en hidrógeno y oxígeno con electricidad.
- Para 1819 Hans Oersted encontró que un hilo por el que circulaba corriente hacía que se desviase una aguja imantada, demostrando que la electricidad podía producir magnetismo. Antes se consideraban fenómenos independientes.
- En 1820 André Marie Ampere, amplió las observaciones de Oersted, inventó una bobina consiguiendo la magnetización. Casi simultáneamente Georg Simón Ohm publicó su ley que relacionaba la corriente la tensión y la resistencia.
- En 1831, Michael Faraday demostró que un campo magnético variable podía producir una corriente eléctrica, utilizando para ello un imán en movimiento y viendo la corriente inducida en un hilo próximo.(Kaaranen Heikki, 2006)

Todos estos descubrimientos llevan a la creación de los primeros dispositivos para transmitir señales electromagnéticas vía cable, exactamente en 1833 Carl Friedrich Gauss

(1777-1835) y Wilhelm Weber (1804-1891) realizan una conexión entre Göttinger Sternwarte y la Universidad con dos alambres.

En 1933 el americano Samuel Morse recoge estos trabajos y diseña un código para interpretar las señales electromagnéticas como caracteres, readapta estos primeros aparatos y junto con su código los patenta en 1843, logrando la primera comunicación a distancia entre Baltimore y Washington, aquí surge la denominación de TELEGRAFO, término que proviene de las palabras griegas **tele** que significa distancia y **grafo** que significa letra o escritura. A partir de esto, comienza toda una era de comunicaciones a distancia, hasta llegar a lo que hoy tenemos.(Andrew, 2012)

La medicina es una de las ciencias más nobles del ser humano, igualmente sus orígenes datan desde la antigüedad, quizás uno de los patriarcas más reconocidos de la misma, es Hipócrates, realizó muchos viajes, participo en guerras curando a los heridos y se le atribuye el Juramento Hipocrático como parte de su obra magna denominada “Corpus hippocraticum”.(Tems & Mengibar, 2012)

La Cirugía es la parte de la medicina que estudia todas aquellas afecciones que requieren la intervención manual del profesional médico, su nombre proviene de los términos griegos **kheir**, que significa mano y **ergón** que significa trabajo. Sus orígenes datan desde el apareamiento del hombre al tratar de ayudar a los primeros accidentados. Con el paso del tiempo las ciencias médicas es una de las más nobles profesiones o carreras y dentro de ella, la cirugía es una de las especialidades más apreciadas.

### **LA ENSEÑANZA DE CIRUGIA**

Sánchez (2012) señala lo siguiente sobre la enseñanza de la medicina: “A principios del mes pasado, salía en el New England Journal of Medicine un artículo sobre la educación en medicina. En él, los doctores Prober y Heath analizaban que la metodología para enseñar medicina poco o nada ha cambiado desde hace un siglo en los Estados Unidos y, a mi juicio, en México estamos igual o aún más retrasados.”

En los últimos años todas las instituciones de educación superior han buscado estrategias pedagógicas modernas orientadas a mejorar el proceso formativo de los médicos, quizás una de las más usuales es el método del aprendizaje basado en problemas.

La Universidad Regional Autónoma de los Andes, “Uniandes” es una entidad de Educación Superior que viene funcionando desde 1998 y dispone de la carrera de Medicina desde el 2006, su modelo educativo se base en los postulados del aprendizaje significativo de David Ausubel quien propone que los nuevos conocimientos se

incorporan en forma sustantiva a la estructura cognitiva del estudiante, esto se logra cuando el estudiante relaciona los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos; pero también es necesario que el estudiante se interese por aprender para producir una retención más duradera de la información y facilitar la adquisición de nuevos conocimientos relacionados con los anteriormente adquiridos de forma significativa, ya que al estar claros en la estructura cognitiva se facilita la retención del nuevo contenido. (Universidad UNIANDES (2005))

### **La problemática en la enseñanza de Cirugía**

La Universidad Uniandes al igual que muchas otras Instituciones educativas como la Universidad de Cuenca y la Universidad Técnica Particular de Loja tiene algunos problemas relacionados con la enseñanza de la Cirugía, en la Carrera de Ciencias Médicas, es lógico comprender esta situación, ya que al ser algo práctico y tan delicado, se dificulta en mucho la realización de esta práctica operatoria. Algunas Facultades de Medicina con el afán de que sus estudiantes puedan observar las cirugías han diseñado sus quirófanos en forma panorámica con el gran limitante de que no caben muchas personas allí.

En las Universidades antes mencionadas lamentablemente no se tiene operaciones frecuentes ni un quirófano panorámico, esto incide en que los alumnos no pueden apreciar frecuentemente operaciones y tampoco puedan cimentar su conocimiento y aprendizaje en base a la observación. Resumiendo, se puede señalar que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la materia de Cirugía, en las tres Instituciones, se hace dificultoso debido a la poca práctica y a la ninguna observación de procesos quirúrgicos reales.

### **Esquema de solución**

Del análisis anterior se puede deducir que los docentes de medicina han considerado de suma importancia, el hecho de que sus estudiantes puedan generar conocimiento en base a la observación de procesos quirúrgicos en vivo, en base a esta consideración los docentes de sistemas de las Universidades antes mencionadas, proponen como alternativa pedagógica, la posibilidad de transmitir en vivo, vía Internet de alta velocidad, los procesos quirúrgicos que se llevan a cabo en varios de los hospitales docentes para ser transmitidos a las aulas donde se encuentran los estudiantes..

De estos preceptos surge el proyecto denominado Plataforma de tele cirugía y tele monitoreo desde hospitales docentes a aulas virtuales en el cual participan las Universidades de Cuenca, UTPL y Uniandes. Este es un proyecto sumamente innovador

---

Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES

para nuestro medio, las transmisiones quirúrgicas vía telecomunicaciones no son nuevas pero para realizarlas se requieren de equipos valorados en 350.000 dólares por cada institución, de allí que con una muy pero muy baja inversión se puede lograr los mismos resultados. La novedad del proyecto también radica en el hecho de utilizar software libre y la red CEDIA de alta velocidad (100 Mhz)

### **Antecedentes investigativos**

Se define como la telemedicina como la “medicina practicada a distancia” que incluye el diagnóstico, tratamiento y la educación médica (Mariano, 2014). La telemedicina no es un proceso totalmente nuevo, existen algunos **antecedentes** como por ejemplo:

En 1925, el médico del Hospital Maynard Columbus, envió un radio telegrama solicitando antitoxina por la epidemia de difteria que atacaba a los niños de la comunidad y que representaba un riesgo de salud pública. Dichos telegrama fue reenviado a otros puntos de Alaska, buscando identificar donde se disponía de antitoxina, al mismo tiempo se coordinaron 20 trineos empleando 150 perros. Esta experiencia revela una coordinación exitosa donde se mezclan la tecnología moderna con medios antiguos.

En el año 1935 en Italia se dio asistencia médica remota a la tripulación de navíos en el mar por medio del “International Medical Centre”

En 1959 en el Centro Medico de Nebraska, inicia con el uso del circuito cerrado de televisión para la enseñanza y tratamiento de la siquiatria, la televisión se utilizó para unir el Centro médico con los hospitales de áreas rurales y apoyar a los programas de educación. A mediados de los años 60 se estableció el servicio de circuito cerrado de televisión entre el departamento de radiología y el área de emergencia en el Hospital general de Washington. En 1970 se estableció un sistema interactivo de televisión utilizando micro onda entre el Aeropuerto de Logan de Boston y el Hospital General de Massachusetts para brindar apoyo médico a los viajeros (Mariano, 2014)

A partir de los años 80 se pasó del uso de la televisión al uso de computadoras, y se trabaja en la modalidad de almacenamiento y envío en tiempo real

En 1984 en Australia se realizó un proyecto piloto, para probar una red experimental por satélites (Q-Network) y se dio servicio a cinco ciudades apartadas. Los servicios incluidos eran telefonía, fax, transmisión de imagen fija y receptores de televisión. Se demostró que ciertos costos se redujeron y que fueron necesarias menos evacuaciones por motivos de emergencia.

En 1986 la clínica Mayo instaló un sistema dedicado basado en satélites para unir las clínicas de Rochester, Jacksonville y Scottsdale. El sistema permite una comunicación de video con una tasa completa de imágenes.

En 1988 un gran terremoto asoló la República Soviética de Armenia; se realizaron consultas desde EEUU mediante un sistema unidireccional de video, voz y fax entre un centro médico de Yerevan y cuatro centros de EE.UU más tarde se extendió a Ufa (Rusia) tras un gran accidente ferroviario. (Tems & Mengibar, 2012)

En 1989, la NASA comienza el primer programa internacional de telemedicina.

En 1990 El proyecto Texas Telemedicine Project, informa de unos ahorros netos de entre el 14 y el 22% en sus sistemas de salud en un año. En 1991 la escuela de medicina de la Universidad de Carolina del Este se conecta con la mayor prisión de Carolina del Norte, eliminando costos de ambulancia y traslado de presos.

1993 se presenta el primer Symposium de telemedicina.

1994 La clínica Mayo usa los satélites ACTS (Advanced Communications Technology Satellite) de la NASA para varias demostraciones de telemedicina.

1994 La escuela de medicina de la Universidad de Carolina del este crea la primera instalación dedicada al uso de telemedicina, consistiendo en cuatro salas de tele consulta diseñadas específicamente para ese fin.

1994 En la sede de las Olimpiadas de invierno (Lillehammer, Noruega) se establece un enlace para comunicar a especialistas con pequeñas poblaciones donde se desarrollan las pruebas de alto riesgo.

1995 En febrero, médicos de la clínica Mayo realizan un examen vía satélite en la conferencia Ministerial en Bruselas desde Minnesota.

1998 Se realiza en España la primera experiencia de tele cirugía con robots. Los cirujanos estaban en un barco operando a un paciente situado a cientos de kilómetros.

### **Surgimiento del proyecto**

A inicios del 2011 la Corporación Ecuatoriana de Proyectos en Redes Avanzadas (CEPRA) hace la 5ta Convocatoria a presentar proyectos de investigación relacionados con redes

La Corporación ecuatoriana de Internet Avanzada (CEDIA) conformada por varias Universidades del País, decide participar en esta convocatoria, y para ello diagnostica aspectos relacionados con la enseñanza de cirugía en varias de sus entidades suscritas. Luego de este análisis, selecciona tres Instituciones de Educación superior que tienen la carrera de medicina y cuentan con la infraestructura requerida en quirófanos. Es así como

---

Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES

la Universidad de Cuenca, la UTPL y Uniandes constituyen el equipo que participará en el proyecto.

El proyecto en sí, consiste en *transmitir procesos quirúrgicos desde los quirófanos de estas Instituciones a aulas virtuales en otras Universidades. Se tendrá la posibilidad de monitorear signos vitales y hacer un foro, donde el cirujano describa los procesos que va realizando para al final responder a las preguntas respectivas. La transmisión será vía red CEDIA por ser un Internet de alta velocidad, a más de ello la plataforma informática deberá elaborarse con software libre.* Finalmente las Universidades involucradas incorporarán en sus mallas curriculares el uso de esta plataforma como elemento de apoyo al proceso educativo.

Los objetivos del proyecto quedan estructurados de la siguiente forma:

### Objetivo General

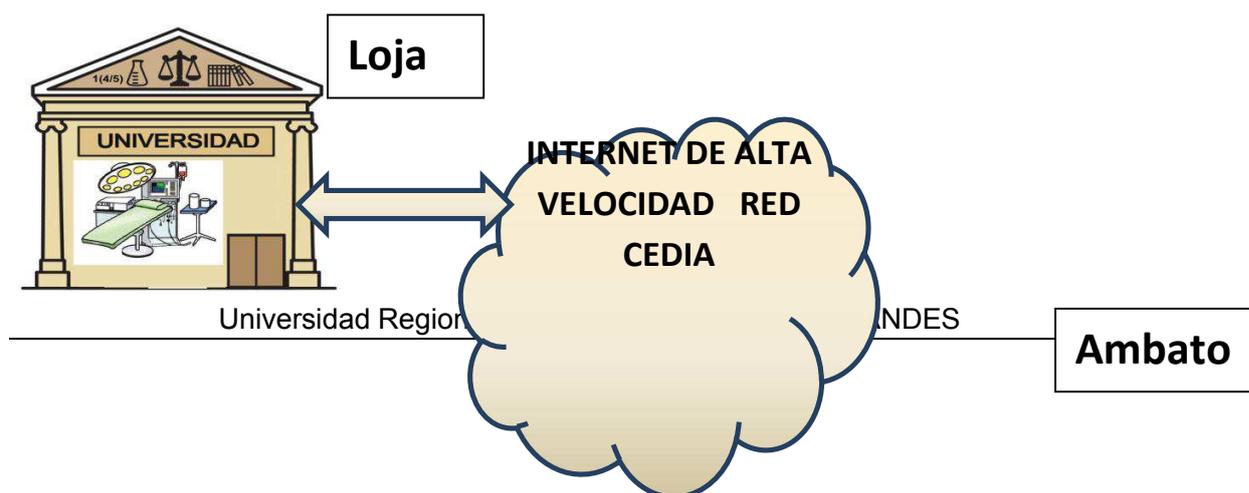
Desarrollar una plataforma de Tele cirugía y Tele monitoreo para que los estudiantes de medicina, en base a la observación de procesos quirúrgicos en vivo, transmitidos vía Internet puedan mejorar su proceso enseñanza-aprendizaje de la materia de Cirugía.

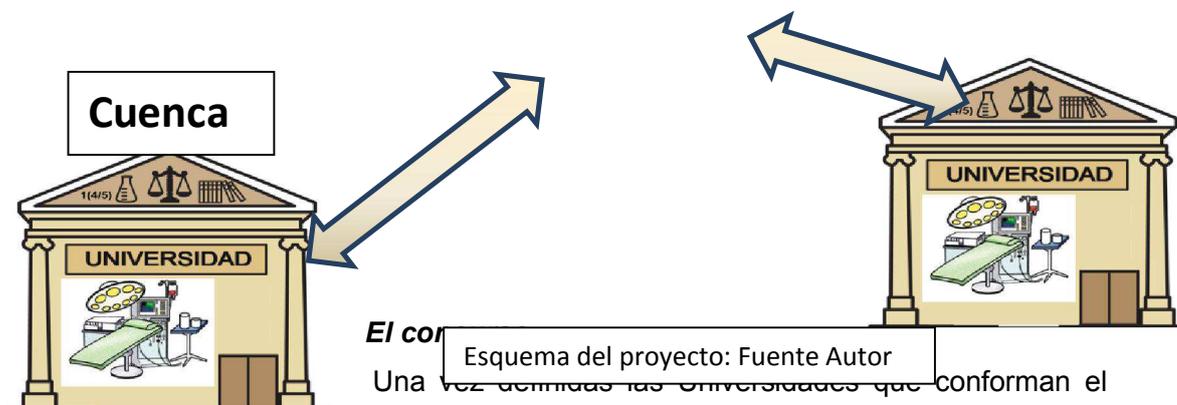
Para lograr este objetivo general se requieren algunas actividades previas, las cuales quedan sintetizadas en los siguientes:

### Objetivos específicos.

- Analizar los recursos tecnológicos de las universidades participantes en esta investigación, como son: la Universidad de Cuenca, la Universidad Técnica Particular de Loja y la Universidad Uniandes.
- Elaborar la plataforma informática, tanto de software como de hardware.
- Realizar las transmisiones respectivas desde los quirófanos a las denominadas aulas virtuales.

El esquema general del proyecto es:





**El con** Una vez definidas las Universidades que conforman el proyecto, se recopila la información de su infraestructura en quirófanos y aulas virtuales, así como la de los investigadores participantes, junto con esta información se presenta el proyecto para el concurso. El proyecto tiene un costo aproximado de 45000 dólares de los cuales 30000 son financiados por CEPRA y 15000 por las Universidades participantes. El concurso se lleva a cabo en el mes de Agosto del 2011 saliendo el proyecto como triunfador del mismo. La designación oficial como proyecto ganador se lo hace a partir de Noviembre del 2011 quedando toda su ejecución para el año 2012 y 2013.

#### **La Ejecución.**

Una vez que se oficializa la designación como proyecto ganador, se inicia con los trabajos respectivos, el proyecto lo lidera la Universidad de Cuenca a través de la Ingeniera Rosario Achig y los representantes por Institución son: Ing. Eduardo Fernández por UNIANDES y la Dra. Patricia Gonzales por UTPL. Se asignan las taras respectivas para cada Universidad las cuales fueron: Plataforma de video Streaming y audio para Cuenca, Plataforma de usuarios para Uniandes y plataforma de signos vitales para Loja. Todas las actividades se desarrollan en conjunto, a más de ello se instala equipos de audio, video y computadores en cada quirófano así como en las aulas virtuales. También se instala fibra óptica desde los puntos de conexión de la red CEDIA en cada Universidad hacia los quirófanos de las mismas, se adaptan interfaces para conectar cámaras de alta resolución a los servidores internos ubicados junto a los quirófanos. Por otro lado se configura el sistema de audio inalámbrico para el interior de cada quirófano. Paralelamente se desarrolla el software para el control de usuarios utilizando como base de datos Mysql y como servidor web Apache. El video streaming se lo configura mediante el software Video Guspher que permite sesiones simultáneas de hasta 10 conexiones.

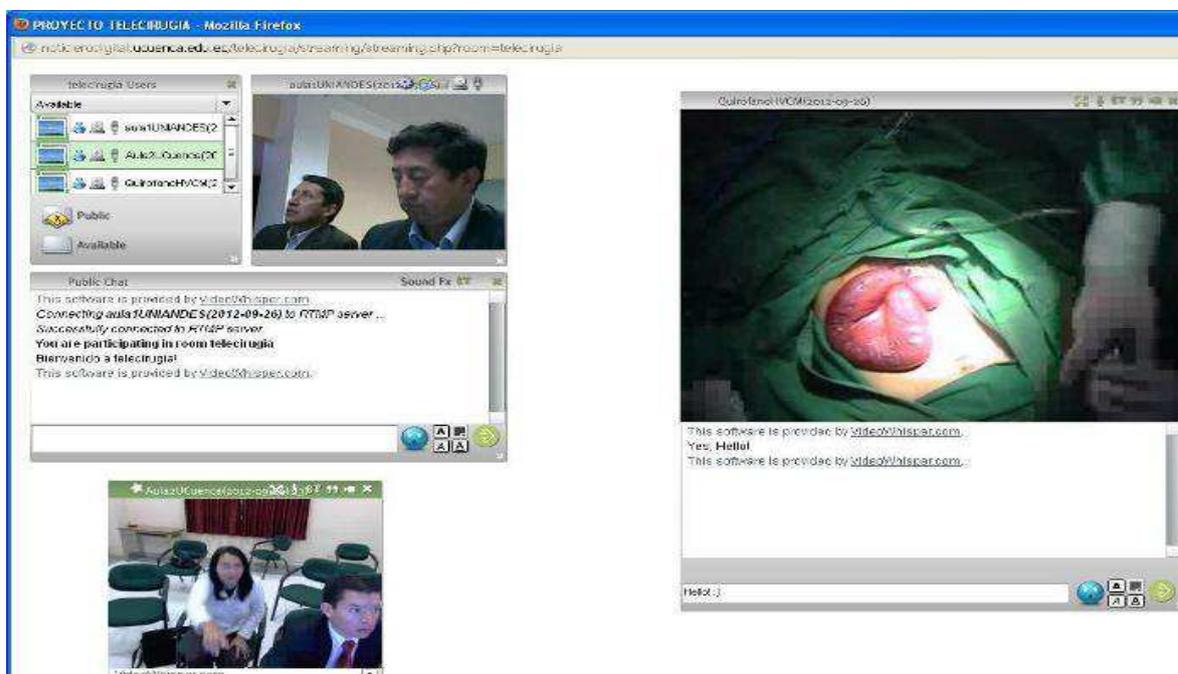
Se debe señalar también que todos los procesos de adquisición fueron mediante concurso de ofertas y con una transparencia a toda prueba.

Luego de todo el trabajo en conjunto realizado por los investigadores, se proceden a las primeras pruebas de conectividad en el mes de Septiembre del 2013.



Fig. N°1. Pruebas de conectividad. (Captura desde Uniandes)  
Fuente: Proyecto Plataforma deTele cirugía y Tele monitoreo (CEDIA)

Para finales de Octubre del 2013 se realiza una primera prueba real, se transmite una



operación en Cuenca y se recepta en el aula virtual de Uniandes.

Fig. N°2. Transmisión de una operación desde I Cuenca (Captura desde Uniandes)

Fuente: Proyecto Plataforma de Tele cirugía y Tele monitoreo (CEDIA)

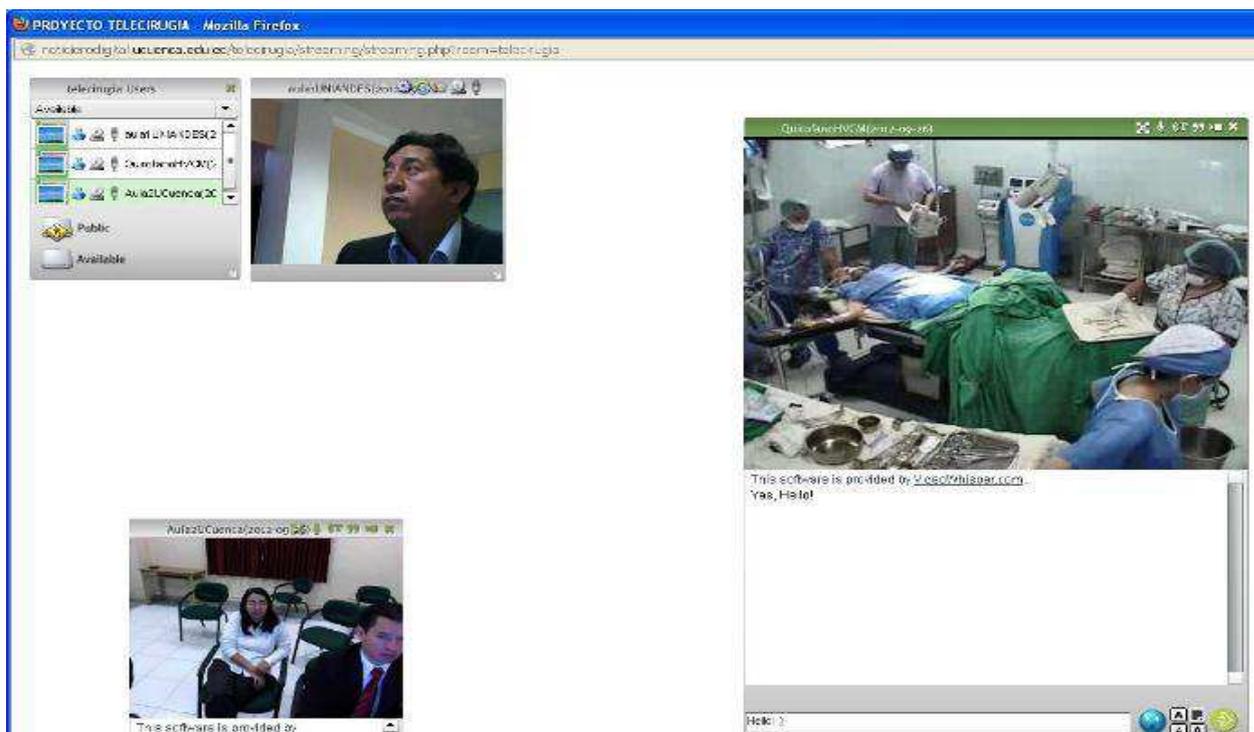


Fig. N°3. Transmisión de una operación desde Cuenca (Captura desde Uniandes)

Fuente: Proyecto Plataforma de Tele cirugía y Tele monitoreo (CEDIA)

A mediados de Noviembre del 2013 se realiza la prueba desde Ambato, se transmite un proceso quirúrgico odontológico desde Uniandes y se recepta en el aula virtual de la Universidad de Cuenca.



Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES

Fig. N°4. Transmisión de una operación desde UNIANDES  
Fuente: Proyecto Plataforma de Tele cirugía y Tele monitoreo (CEDIA)



Fig. N°5. Transmisión de una operación desde la UNIANDES (Captura desde Cuenca)  
Fuente: Proyecto Plataforma de Tele cirugía y Tele monitoreo (CEDIA)

## RESULTADOS

- Las universidades participantes cuentan con una plataforma de transmisión vía Internet de procesos quirúrgicos con una muy baja inversión.
- Los procesos educativos, se están apoyando en la tecnología para su mejoramiento.
- La investigación ha permitido generar conocimiento sobre video streaming de audio y video entiempos real.

### ***Impacto del proyecto en Uniandes.***

El impacto del proyecto en las actividades docentes de la Facultad de Ciencias Médicas es muy importante ya que mediante el, se obtuvieron los siguientes beneficios:

- Posibilidad de que los estudiantes de medicina asistan virtualmente a muchas operaciones en vivo desde quirófanos de otras universidades.
- Posibilidad de aprendizaje mediante la observación de estos procesos quirúrgicos con las respectivas explicaciones de prestigiosos cirujanos.
- Mejoramiento del nivel académico de los futuros médicos, ya que se pueden apreciar procesos quirúrgicos reales.

- Integración de la facultad de Ciencias médicas con otras Universidades del mundo.
- Posibilidad de que la Universidad participe en futuros proyectos relacionados con el área.
- Generación interna de proyectos relacionados con telemedicina y tele diagnóstico.

## CONCLUSIONES

El incremento de la velocidad de transmisión a nivel de internet posibilita que ciertas actividades puedan ser transmitidas en tiempo real, lo cual genera nuevos campos de aplicación pero a ser ejecutados de manera remota, es por ello que surgen nuevas áreas basadas en las tradicionales, entre estas áreas tenemos: tele diagnóstico, tele geriatría, tele salud y más. El futuro de la tele cirugía son las operaciones robóticas, esto significa que los médicos estarán a grandes distancias de los quirófanos y un robot controlado vía Internet hará los movimientos que realice el cirujano a miles de kilómetros del quirófano.

## REFERENCIAS

- Alberto, S. (2006). *Fundamentos de los sistemas de comunicaciones móviles*. Madrid, España: McGraw Hill.
- Andrew, T. D. (2012). *Redes de computadoras*. México, México: Pearson.
- Armand, S. W.-P. (2007). *Redes locales e Internet* (Primera ed.). México, México: Trillas.
- Brunicardi F, A. D. (2013). *Schwartz, Principios de Cirugía*. Madrid: McGraw-Hill.
- Taneubau, A, (2010). *Redes Convergentes Diseño e implementación*. México, México: Alfaomega.
- Forouzan, B. A. (2008). *Transmisión de datos y redes de comunicaciones* (Cuarta ed.). Madrid, España: McGraw Hill.
- Guerre Vicente, Y. R. (2010). *Comunicaciones industriales*. México: Alfaomega-Marcombo.
- Hayes, P. &. (2009). *Cableado de redes paraz voz, video y datos* (Tercera ed.). Buenos Aires, Argentina: CENAGE.

José, R. (2008). *Redes Locales*. México, México: Alfaomega.

Kaaranen Heikki, A. e. (2006). *Redes UMTS*. México, México: Alfaomega.

Gimenz, M. (2014). *Cirugía: Fundamentos para la práctica clínico-quirúrgica*. México: Panamericana.

Rámon, M. (2008). *Domine las redes P2P*. México, México: Alfaomega.

Tems, M., & Mengibar, J. (2012). *Gestión Hospitalaria*. Madrid: McGraw-hill.

Sánchez R, (2012), Dificultades para enseñar a ser médico, Disponible en  
:http://www.lja.mx/2012/06/scientia-et-sanitas-dificultades-en-el-ensenar-a-ser-  
medico/