

# La Tecnología DVB-IP Orientada hacia la Teleeducación

Morán, J. C., Vargas, P.

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

jcmoran@fiec.espol.edu.ec, pvargas@espol.edu.ec

## Resumen

*En este documento se presenta una herramienta tecnológica que puede ser muy útil para mejorar el nivel académico en las áreas rurales de nuestro país y adicionalmente en sectores urbanos. Mostrando primero indicadores que reflejan la realidad del país en los últimos tiempos, además analizar causas que provocaron el bajo nivel educativo del sistema público. Luego se describen las principales características de la tecnología aparte de estudiar el funcionamiento en su versión satelital (DVB-S). Posteriormente se detallan los componentes necesarios para implementar la red de teleeducación, su configuración, plan para definir el grupo de trabajo y su perfil idóneo para trabajar en este proyecto. Continuando con un enfoque del proyecto desde el ámbito legal, para tener una idea clara acerca de los procedimientos a seguir para cumplir con las leyes de la nación. Y finalmente se exponen datos sobre estudiantes y docentes tanto en sectores rurales como urbanos, especificando un modelo que se pueda realizar desde el estado, beneficiando a todo el sistema educativo público, siendo sustentable económicamente.*

**Palabras Claves:** indicadores, nivel educativo, DVB-S, componentes, teleeducación.

## Abstract

*This document is about a technological tool that can be very useful to improve the academic level in the rural areas of our country and additional in urban sectors. Showing first indicators that reflect the reality of the country in the last times, in addition to analyze reasons that provoked the low educational level of the public system. Then the principal characteristics of the technology are described apart from studying the functioning in its version by satellite (DVB-S). Later the necessary components are detailed to implement the network of teleeducation, its configuration, plan to define the team of work and its suitable profile to be employed at this project. Continuing with an approach of the project from the legal area, to have a clear idea it brings over of the procedures to continue to expire with the laws of the nation. And finally information is exposed on students and teachers so much in rural as urban sectors, specifying a model what would carry out from the government, being of benefit to the whole educational public system, being sustainable economically.*

## **1. La teleeducación en el Ecuador**

### **1.1 Antecedentes de la educación en el país**

La educación debe ser para cada nación una de sus áreas de mayor fortaleza, debiendo ser fomentada y canalizada mediante los gobiernos, con políticas perdurables a los nombres de turno. Y es en este tema donde se encuentra la respuesta principal para comprender qué nivel ha tenido y hacia donde ha variado la calidad educativa del Ecuador en el sector público en los últimos tiempos, que se refleja en los siguientes indicadores provenientes de CEPAL, OCDE, PNUD, SIISE, UNESCO, UNICEF: promedio de años de escolaridad: 6.7 años en 1990 y 7.5 años en el 2000, tasa de analfabetismo adulto (mayores de 15 años): entre 8% y 11%, tasas de matrícula: 41% en educación pre-primaria; 90% en educación primaria; 51% en educación secundaria; 15% en educación superior 15% (1999), 64% de la población tiene primaria completa y el 29% secundaria completa (1999), 9 de cada 10 niños menores de 6 años no tiene acceso a educación preescolar y/o cuidado diario, 1 de cada 10 niños repite el primer grado, 1 de cada 3 niños no completa la educación primaria, 9 de cada 10 niños del sector rural no acceden a la educación secundaria, los resultados de aprendizaje (castellano y matemáticas) son bajos, según las pruebas Aprendo: alumnos del 2º, 6º y 9º año obtuvieron puntajes muy inferiores al mínimo (13 sobre 20 puntos) en las pruebas de Lenguaje y Matemáticas; los resultados de las pruebas empeoraron entre 1996 y 2000, en las escuelas “interculturales bilingües”, 40% de maestros son monolingües, apenas 6.1% de niños y niñas con necesidades educativas especiales tiene asistencia especializada, menos del 5% de hogares tiene acceso a computadora e Internet y existe gran desigualdad entre el sector urbano y rural, así como entre provincias, en cuanto a disponibilidad de infraestructura de telecomunicaciones (PNUD 2003), cerca de la mitad de los/las profesores viven en hogares catalogados como pobres o vulnerables (CEPAL), el salario docente promedio (2002) era US\$ 350 mensuales, se estima que en los últimos 15 años los estudiantes del sistema público han perdido en promedio un mes de clases al año, debido a los paros recurrentes del sindicato docente, la educación pública está subsidiada por los pobres. En 2001 se estimaba que el costo mensual para los padres de familia en una escuela urbana, sin incluir libros, era US\$10.

Los datos expuestos nos demuestran la lamentable situación del nivel de la educación y los alumnos, latente en el Ecuador. Por estos serios problemas, resulta imprescindible buscar soluciones que sirvan para tener un sistema de enseñanza de calidad.

### **1.2 Principales causas y consecuencias del deficiente sistema educativo público**

El país ha sufrido un deterioro progresivo del nivel educativo público debido a la ausencia de políticas a largo plazo mediante un plan de desarrollo del sistema de enseñanza tanto en niveles pre-primario, primario, secundario, e inclusive universitario, traduciéndose esto en un bajo porcentaje de dinero otorgado al sector de educación del total del presupuesto anual (decaendo desde un 26% al inicio de la última etapa democrática hasta por debajo del 12% en los últimos gobiernos), lo que a su vez ha generado bajos sueldos para los docentes, insuficiente número de los mismos, falta o ausencia de infraestructura adecuada, programas académicos limitados, carencia de actualización de los conocimientos de los docente a través de cursos, seminarios o charlas, insuficiencia de herramientas de apoyo educativo que sean útiles tanto a educandos como educadores en el proceso de aprendizaje, falta de integración de los padres de familia al sistema educativo, que debería estar compuesto por alumnos, profesores y padres de familia coadyuvando en la educación. Provocando como consecuencia, serias deficiencias educativas, expresadas mediante el abandono de los estudios a distintas edades, pésimo nivel de conocimientos de un estudiante promedio en la mayoría de centros educativos públicos, disminución del número de profesionales con título de tercer grado perjudicando todo esto en su conjunto el desarrollo de la nación al no tener elementos laborales con conocimientos óptimos.

### **1.3 La teleeducación como herramienta educativa en Ecuador**

Luego de tener una idea más clara de la situación educativa del país, es imprescindible plantear alternativas de solución que permitan llevar a la educación pública hacia altos niveles de calidad. Siendo las herramientas de apoyo educativo y entre ellas las de naturaleza tecnológica un gran aporte para elevar el nivel de conocimientos, resaltando la teleeducación como un arma relevante para vencer las barreras de la ignorancia y cultivar alumnos de excelencia, ya que en ella se conjugan algunas herramientas en una sola, pudiendo educando a través de un computador interactuar con su docente, además de contar con diverso material didáctico, sea este presentado mediante texto, imágenes, audio o una combinación de estas formas de presentar un contenido educativo, como ejemplo se tienen las presentaciones en diapositivas, videos, fotos, y cualquier otro formato que nos permita el mundo de la computación. Además de contar con la posibilidad de comunicarse en diferido vía mensajería electrónica, tener foros de distintos temas de interés relacionados con la asignatura que cursan, intercambiar material de estudio, o revisar clases pasadas y recordar un tema en especial. A través de este medio de comunicación entre docente y alumno resulta más sencillo contar con

contenido educativo actualizado, agregando a esto la opción de que cada educando asimile de mejor forma los conocimientos al contar con diversas alternativas para explicar un tema y llegar a obtener un entendimiento integral de lo que presente el educador. Adicional a esto, se convertiría en el gran medio para lograr la actualización permanente de los profesores, ya que se podría utilizar la red como el escenario adecuado para brindar a través de ésta, diversos cursos que constantemente reajusten su nivel académico, con la relevancia que tiene recibir el mismo contenido independiente del lugar donde residan y sin el inconveniente de tener que trasladarse a otra ciudad o sitio del país para favorecerse de ello, significando ahorros tanto monetarios como de tiempo para cada uno de los docentes inmersos en el sistema educativo ecuatoriano. Otro punto positivo es lograr una correcta inclusión de los padres de familia, gracias a la interactividad y facilidades que brinda la teleeducación, revisarían desde el programa de estudios de las distintas materias, pasando por el contenido de cada clase, las tareas asignadas, hasta observar el desenvolvimiento de sus hijos reflejado en las calificaciones.

## **2. Funcionamiento de la tecnología**

### **2.1 Características**

El proyecto DVB (Digital Video Broadcast) es un consorcio sectorial compuesto por más de 250 organizaciones (radiodifusores, fabricantes, operadores de redes, desarrolladores de software, entidades científicas, entidades normativas, etc.) que han desarrollado las especificaciones y estándares para la transmisión de datos de forma digital, siendo un estándar abierto y no controlado por ningún país, donde se presenta que en la versión satelital el verdadero “motor” de servicios es el soporte del protocolo IP multicast, que permite la recepción simultánea de la misma información a un número indefinido de receptores sin necesidad de repetir el envío, por lo que el ancho de banda necesario para la transmisión de una sesión de teleenseñanza, es independiente del número de usuarios que reciban la sesión y solo dependerá de la calidad (en Kbps, por ejemplo 1024 Kbps) que hayamos solicitado. De esta forma, IP multicast se convierte en el sustituto del formato Broadcast a nivel de datos, obteniendo todo el rendimiento de la amplia cobertura geográfica de los sistemas de satélite y convirtiéndose en la parte fundamental de los servicios relacionados con la emisión de vídeo y audio sobre IP así como los servicios de distribución masiva de información. Como características generales ofertadas por una plataforma de servicios IP tenemos: Soporte IP multicast: coste de los servicios independiente del número de usuarios receptores, soporte de redes IP, Intranet/Internet de alta velocidad (más 40 Mbps),

coste independiente de la distancia, gestión dinámica de la calidad de servicio (podemos realizar la transmisión de un evento a 512 Kbps y el siguiente evento a 1024 Kbps, sin ningún cambio en los equipos de recepción ni transmisión), coste por utilización no por disponibilidad,, soporte de Seguridad a nivel DVB, IP y sistemas propietarios.

### **2.2 División de la tecnología DVB-IP**

La tecnología se divide de acuerdo a los diversos medios que utiliza para transmitir la información, y es así que se existe una separación entre satelital, terrestre, por cable, y la utilizada para equipos móviles, recibiendo los nombres de Digital Video Broadcasting - Satellite (DVB-S) donde el medio de transmisión utilizado por satélite es caracterizado por una anchura de banda disponible relativamente elevada sin embargo por una potencia de emisión limitada, por eso, para su utilización con tasas de error reducidas es necesaria una codificación de canal robusta y una modulación con buena inmunidad al ruido usando QPSK, 8PSK o 16QAM, y la versión mejorada DVB-S2 usa QPSK, 8PSK, 16APSK o 32APSK. siendo QPSK y 8PSK las versiones regularmente utilizadas, Digital Video Broadcasting - Terrestrial (DVB-T) necesita transmisión robusta de la señal desde los transmisores hasta los receptores, algo que no es tarea sencilla debido al medio de propagación utilizado presenta varias contrariedades a la transmisión, como es el caso de propagación multi-recorrido y desvanecimiento. En ese sentido, las especificaciones son muy exigentes en cuanto a la utilización de mecanismos de codificación de canal y modulación usando 16QAM o 64QAM en combinación con COFDM y modulación jerárquica, Digital Video Broadcasting - Cable (DVB-C) la transmisión por cable presenta a lado de la transmisión por satélite, principalmente la relación señal/ruido más elevada y menor ancho de banda. En ese sentido, es necesario alcanzar niveles de eficiencia espectral más elevados, solicitando las modulaciones más complejas y disminuyendo la protección contra errores C usando QAM, 16QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM o 256 QAM, Digital Video Broadcasting - Handling (DVB-H) dirigido a la transmisión digital móvil.

### **2.4 Bloque transmisor**

Después de exponer las distintas versiones de la tecnología, se presenta un explicación más detallada de DVB-S, donde cabe mencionar que la flexibilidad inherente del sistema satelital permite un compromiso entre la eficiencia del espectro (uso de altas velocidades de transmisión) y la eficiencia de potencia (bajas relaciones portadora a ruido requeridas), siendo ambas características de extrema importancia en los equipos vía satélite debido a la no

linealidad del canal y la limitación en potencia de los equipos abordo. Constituyéndose como elemento clave es la capacidad de operar eficientemente en canales de satélite afectados por ruido, interferencias y distorsiones.

La codificación de canal y modulación consiste en adaptar la señal en banda base a las características del canal de satélite. Los servicios DTH (Direct To Home) están particularmente afectados por las limitaciones de potencia por lo que se hace necesaria una gran protección contra el ruido y las interferencias, así como un aprovechamiento eficiente del espectro. A consecuencia de esto se utiliza una modulación QPSK asociada a un potente esquema de corrección de errores basado en la concatenación de códigos convolucionales flexibles a distintas tasas de compresión y Reed-Solomon (RS). El esquema transmisor esta constituido de las siguientes partes: multiplexación y entramado (basado en la multiplexación de transporte de MPEG), aleatorización de la señal, protección contra errores avanzada (codificadores externos e internos), proceso de entrelazado, modulación digital.

Podemos considerar que el sistema DVB-S parte de la trama de transporte proporcionada por la codificación de imagen y sonido MPEG, introduciendo distintas capas de protección a la señal para adecuarla a las características del canal por el que debe transmitirse. La estructura de la trama de transporte MPEG (TS) consiste en paquetes de longitud fija, y permite mezclar en una misma trama un gran número de servicios video, audio y datos. Las etapas sucesivas en las que se introducen nuevas características a la trama de transporte se resumen a continuación [1]:

a) Inversión de los bits de sincronismo. En uno de cada ocho paquetes de la trama de transporte. Cada paquete de la trama de transporte es de 188 bytes, incluyendo 1 byte de sincronismo, 3 bytes de cabecera y 184 bytes de datos, lo que significa que la inversión de signo en los bits de sincronismo se repite cada 1504 bytes.

b) Inserción de un código aleatorio a la trama resultante. Pretende garantizar que las características estadísticas de los datos sean prácticamente aleatorias. La aleatorización se obtiene realizando una suma OR exclusiva entre la secuencia de datos y una secuencia obtenida mediante un generador por registros de desplazamiento. La secuencia aleatoria se reinicializa cada 8 paquetes de la trama de transporte.

c) Adición de un código de detección y corrección de errores de Reed - Solomon. Se denomina código externo y es común en todos los estándares del DVB. Introduce 8 bytes de redundancia para cada paquete de 188 bytes. Posteriormente los paquetes se codifican con el código Reed - Solomon RS, que añade 16 bytes de redundancia a cada

paquete, proporcionando una capacidad de corrección de 8 errores aleatorios.

d) Aplicación de un entrelazado convolucional (basado en la aproximación de Forney). Cuyo objetivo es dispersar las ráfagas de errores de canal. De este modo, si se produce una ráfaga de errores, debida a un desvanecimiento del canal, los errores afectarán a paquetes distintos y, probablemente, podrán eliminarse usando las propiedades correctoras de los códigos interno y externo.

e) Inserción de un segundo código protector de errores. Recibe el nombre de código interno y es de naturaleza convolucional. El grado de redundancia que introduce éste código no está fijado de antemano y puede configurarlo el proveedor del servicio para adaptarse a las características del sistema que desee utilizar (potencia de transmisión, tamaño de las antenas transmisoras y receptoras, tasa de datos disponible, etc.).

f) Modulación de la portadora mediante QPSK (Quadrature Phase Shift Keying). Los bits codificados son mapeados utilizando un código Gray en la constelación QPSK y filtrados en banda base para generar un espectro en forma de raíz cuadrada de coseno alzado.

## 2.5 Bloque receptor

La función principal del receptor digital (IRD) o Integrated Receiver Decoder, también llamado "Set Top Box", es descomprimir las señales de vídeo y audio digitales recibidas en formato MPEG una vez que han sido demoduladas y corregidas de posibles errores introducidos por el canal de transmisión, y transformarlas en dos señales de audio y vídeo analógicas. Estas señales ya podrán ser visualizadas en un receptor.

La señal de RF proveniente del satélite, una vez captada en el foco de la antena parabólica, debe ser amplificada mediante un amplificador de bajo ruido, y posteriormente trasladada a una primera frecuencia intermedia. La banda de frecuencias de la portadora de RF debe estar, por ejemplo para difusión de TV digital vía satélite, entre 10,7 y 12,75 GHz, mientras que la banda de la primera FI resultante estará entre 950 y 2150 MHz. Todo esto se realiza en una etapa externa llamada LNB. Existen dos posibles anchos de banda para cada canal: Banda FSS (Fixed Satellite Service): 26 MHz y 22 Msímbolos/s, Banda BSS (Broadcast Satellite Service): 33 MHz y 27,5 Msímbolos/s. El sintonizador recoge la señal del LNB y la traslada a una segunda FI de 479,5 MHz, ahora ya se puede demodular la señal; de esta forma se obtendrán de nuevo las señales de vídeo, audio, y datos comprimidos y multiplexados en el emisor en banda base para su procesamiento posterior, que consiste en las operaciones inversas a las realizadas en el transmisor, para corregir los posibles errores.

El conjunto de todas estas técnicas suministra una salida prácticamente libre de errores con una tasa de error (BER) superior a  $1E-10$ , y un BER de  $7E-4$  o mejor en presencia de errores de ráfaga. Del demultiplexor se obtienen las tramas de audio y vídeo digital comprimido y se pasan al decodificador MPEG, obteniéndose las señales de video digital y audio.

### **3. Esquema de una red de teleeducación**

#### **3.1 Componentes principales de la red**

Una estación terrena basada en la tecnología DVB-IP, debe tener los siguientes componentes: en la parte del transmisor consiste de un router con interface para la red externa ISP, un encapsulador DVB-IP para embeber los datos IP dentro de un formato MPEG, un multiplexor DVB, un modulador continuo, un timing clock, un up-converter y un amplificador de alta potencia. Mientras que en la parte del receptor radica de un amplificador de bajo ruido, un down-converter, una unidad demoduladora timing and distribution MF-TDMA, múltiples unidades demoduladoras MF-TDMA para cada portadora inbound para ser recibida simultáneamente. Cada demodulador recibe un enlace inbound desde un gran número de RCST's remotos (Return Channel Satellite Terminal). Dependiendo el numero de demoduladores opcionales del numero de enlaces inbound [1].

En relación a las terminales remotas que brindan comunicación bidireccional a través del satélite, consisten de dos unidades: ODU (Out – Door Unit), IDU (In - Door Unit). En lo referente a la ODU, se nombra así al conjunto de equipos de comunicaciones por satélite que se encuentra fuera del lugar donde se utilizarían las señales provenientes del satélite. Esta incluye típicamente los siguientes elementos: antena y su estructura de montaje, BUC (Block Up Converter), LNB (Low Noise Block). Donde es conveniente aclarar que el diámetro de la antena depende de la ubicación geográfica del equipo así como de la cobertura del satélite, pero el rango normal de valores está entre los 60 centímetros hasta 1.5 m. Respecto a la IDU, es un modem satelital, que dependiendo si se trata para uso individual o grupal, existen diferentes opciones, las cuales básicamente se dividen en tarjetas PCI para uso monopuesto, o unidades conocidas como Set Top Box, las cuales pueden servir para un solo computador o abastecer a una red LAN. La IDU se conecta a la ODU (Out – Door - Unit) gracias a dos cables, los cuales sirven uno para la recepción y otro para la transmisión, llamados IFL (Intra - Facility - Link).

Resulta importante diferenciar en función de si la conexión es para un único PC, (terminal monopuesto) o conectaremos el servicio de satélite a una red LAN (terminal multipuesto). Los elementos a instalar, serán el equipo receptor de satélite y una antena parabólica orientada al satélite utilizado en la transmisión. En el

caso de terminal multipuesto, solo se instala una antena y un receptor satelital, cuya misión es “inyectar” los datos IP a la red LAN, de esta forma cualquier usuario de la red podría recibir las clases del sistema, sin necesidad de instalar una antena para cada PC. Cuando se trata de una terminal monopuesto, la antena parabólica se instala en el lugar de trabajo o el domicilio del alumno, y el receptor de satélite (tarjeta PCI ó caja USB) se instala en el PC.

En relación a la plataforma a utilizar existen tanto propietarias como libres, un sistema desarrollado por la compañía Infoglobal es el IP-GLASS que permite realizar distintas funciones como: difusión de Clases en Vivo para un número ilimitado de alumnos (sobre redes IP multicast), reproducción del audio y vídeo del Profesor, reproducción del audio y vídeo de los Alumnos, pizarra electrónica, chat interactivo (global y privado), exámenes interactivos, visualización remota de aplicaciones software, reproducción bajo demanda clases pregrabadas, lo que posibilita una auténtica libertad de horario.

#### **3.2 Configuración de la red teleeducativa**

Luego de conocer las partes que constituyen una red de teleeducación, se presentan posibilidades para implementación, valiendo esclarecer que en sectores rurales donde no existe la posibilidad de penetración de tecnologías convencionales, la mejor opción resulta ser DVB-S con capacidad bidireccional gracias a la cual no se dependería de ninguna otra tecnología para su utilización, ya que la descarga de información se la haría utilizando DVB-S, y las peticiones mediante DVB-RCS (return cannel by satellite); mientras que en sectores urbanos donde existan tecnologías terrestres se puede aprovechar esta infraestructura al realizar una configuración híbrida donde la petición de la información se la realice por una red convencional, como ejemplo adsl, y la descarga de la misma se la haga a través de DVB-S, bajando de esta manera los costos por concepto de enlace satelital. A continuación se presentan opciones de configuración de la red teleeducativa de acuerdo a las posibilidades económicas:

Primer caso. La red estaría constituida por un HUB, es decir la estación terrena de nuestra configuración que sirva para transmitir los contenidos principales de las sesiones de teleenseñanza, teniendo un sitio adecuado para que el docente imparta a sus alumnos sus clases, dotándolo con periféricos como cámaras, micrófonos, pizarras, y cualquier otro apoyo multimedia para impartir una cátedra, utilizando un computador con un software de teleeducación donde se aprecie en pantalla al docente y cualquier objeto que desee mostrar a sus alumnos, además de poder dialogar con ellos y establecer comunicación gracias a la mensajería instantánea. Y partiendo de esta estación terrena establecer un enlace de subida al satélite que luego repetirá la información hacia el sitio remoto

donde se encuentren los estudiantes, recibiendo toda la información equipos ODU e IDU, con la posibilidad de poder enviar datos, video, o voz de regreso hacia el sitio donde se encuentra el docente. Adicionalmente se tendría la opción de tener equipos remotos que sirvan para el uso de un solo computador o para utilizarlo en una red LAN.

Segundo caso: Si no se dispone de una estación terrena, se pueden abaratar costos alquilando un canal que permita realizar las sesiones de educación a distancia, donde se establecería comunicación directa entre la terminal del docente hacia la estación terrena, y luego enviar la señal al satélite y posteriormente hacia las terminales de los alumnos, sabiendo que el ancho necesario para un sesión teleeducativa con adecuada calidad debe estar alrededor de los 3 Mbps, y así establecer la red, con capacidades de transmisión y recepción para desarrollar comunicación en las clases de forma interactiva.

### **3.3 Plan de desarrollo de las materias a difundir y su programa**

El ministerio de educación, debe definir directivas generales a seguir en el proyecto, entre las cuales se puede mencionar como relevante basar el contenido de enseñanza a elaborar en programas educativos de los más renombrados centros de enseñanza a nivel internacional en cada uno de los niveles a incursionar; además es vital recalcar que el formato de la información debe estar acorde a los distintos grados de escolaridad a los que se desea llegar. Luego de definir las políticas que regirán el plan, se debe definir los grupos de trabajos, que pueden ser de la siguiente forma: equipo de elaboración del contenido educativo, equipo de revisión, equipo de diseño de aplicaciones de enseñanza. Es necesario precisar que las distintas unidades partes de este proyecto, deben cumplir cada una con ciertas características para asegurar un alto nivel, como son personas especializadas en pedagogía, especialistas en gramática y ortografía, especialistas en cada una de las materias a difundir, de acuerdo a los niveles de educación, diseñadores de páginas web y contenido multimedia, con experiencia en proyectos educativos.

## **4. La teleeducación dentro del marco legal**

### **4.1 La telecomunicación como parte del esquema de educación a distancia desde el ámbito legal**

Desde el punto de vista legal en nuestro país, las telecomunicaciones son consideradas como un servicio de necesidad, utilidad y seguridad pública responsabilidad del estado. Acorde al artículo 8 de la ley especial de telecomunicaciones en el capítulo I referente a las disposiciones fundamentales se escribe;

...los servicios abiertos a la correspondencia pública se dividen en servicios finales y servicios portadores...

... b) Servicios portadores son los servicios de telecomunicación que proporcionan la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre puntos de terminación de red definidos [2].

Y de acuerdo al Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, en el título II del régimen de los servicios, indica:

...Son servicios portadores aquellos que proporcionan a terceros la capacidad necesaria para la transmisión de signos, señales, datos, imágenes y sonidos entre puntos de terminación de una red definidos, usando uno o más segmentos de una red...

Entonces podemos concluir que nos encontramos desde el punto de vista de las telecomunicaciones en el proyecto de teleeducación vía satelital ante un servicio portador, ya que lo que se hace exclusivamente desde el punto de vista de las telecomunicaciones, es transmitir las señales de audio, video y datos, debido a que los equipos que funcionan como terminales para que puedan interactuar docentes y alumnado son los computadores, estando estos fuera de la regularización por parte de organismos de telecomunicaciones. Sin embargo importante es tener presente que sólo es aplicable este servicio si nuestra red de educación a distancia dispone de la infraestructura necesaria para poder brindar esta prestación a través de un HUB satelital, ya que si se inclina por alquilar los servicios de la estación maestra y el ancho de banda de alguna compañía que ofrezca este tipo de servicios y sólo disponemos de las terminales remotas, entonces no seríamos proveedor de ningún servicio sino mas bien nos convertiríamos en clientes de la empresa a la cual se le alquila este canal en su HUB, y por tanto no se tiene que establecer ningún contrato como proveedor ni realizar ningún tramite con los organismos encargados de administrar, regular y conceder los permisos necesarios para prestar este servicio (CONATEL y SENATEL).

### **4.2 Elementos necesarios para prestar el servicio portador**

Si se tienen los medios económicos para poder prestar el servicio portador, se necesita que el estado brinde una concesión que de acuerdo al artículo 3 del reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones en el capítulo II referente a las concesiones, expresa:

Art. 3.- La concesión es la delegación del Estado para la instalación, prestación y explotación de los servicios finales y portadores de telecomunicaciones y la asignación de uso de frecuencias del espectro radioeléctrico. ....

Y para obtener la concesión, es necesario realizar uno de los siguientes tres procesos: adjudicación

directa, proceso público competitivo de ofertas, proceso de subasta pública de frecuencias.

Realizándose los procesos públicos competitivos o el de subasta pública cuando exista un número mayor de interesados al número de concesiones que pueden ser otorgadas o exista restricción en la disponibilidad de frecuencias o bandas de frecuencias. En cualquier otro caso, el CONATEL, podrá autorizar a la Secretaría suscribir contratos de concesión en forma directa. Y cabe acotar que los contratos de concesión celebrados tendrán una duración máxima de quince años.

## **5. La educación a distancia aplicada en el sistema público ecuatoriano**

### **5.1 Análisis de la población educativa**

Una pobre calidad educativa se presenta en el área rural por diversos motivos como el número reducido de habitantes por población, que trae como consecuencia el abandono por parte de autoridades seccionales, así como la ubicación física de las mismas, acarreando esto la dificultad de traslado de alumnos, docentes e insuficiencia de los mismos, y ausencia de herramientas tecnológicas. Pero a pesar de las diversas dificultades que implica estudiar en zonas rurales, el número de alumnos es significativo (datos año lectivo 2005-2006), 348.594 educandos en la costa, 934.976 a nivel nacional rural, que representan 11,18% y 29,99% del total nacional de estudiantes [3], pertenecientes a los niveles de educación pre-primaria, primaria y media. Y el número de maestros designados para este mismo grupo de educación es realmente bajo, 17.847 docentes, que no necesariamente están debidamente preparados o actualizados en relación al área pedagógica. Estos sectores deben tener las mismas posibilidades de educación que el sector urbano, por tanto es necesario brindarles herramientas educativas acorde a la realidad tecnológica, pero teniendo en consideración la dificultad de penetración del internet. Es por todas estas barreras que es preciso buscar alternativas de apoyo a la educación rural, y es así que se propone como una opción utilizar la tecnología DVB-IP, para poder facilitarles las herramientas tecnológicas que servirían tanto a educandos como educadores, teniendo como meta brindar educación de la calidad a todos los estratos sociales sin importar su ubicación geográfica en el territorio nacional. Así podemos destacar que alrededor de 274.202 educandos en el sector primario requieren de atención, mientras que 56.893 en el campo secundario.

En el área urbana correspondiente a las centros educativos fiscales, fiscomisionales, y municipales, existe un número mucho mayor de estudiantes en cada uno de los niveles de educación desde el pre-primario al medio, existiendo proporciones de 3 veces más que el sector rural para el primer nivel de educación,

alrededor de 1.4 veces superior la cifra de educandos en la educación primaria y de más de 5 veces en la media. Y aunque es más factible que tengan acceso a herramientas tecnológicas, no obstante siempre existen diversos inconvenientes para impedir que no todas las escuelas y colegios se beneficien, surge entonces la posibilidad de que se utilice aun en estos sectores la tecnología DVB-IP de forma híbrida (es decir que la petición de la información se la haga a través de la tecnología normalmente utilizada para hacer transmisión de información, pero que se la recepte gracias al DVB-S), para que logren los mismos beneficios que el sector rural.

### **5.2 Desarrollo de un modelo público de teleeducación sostenible**

Una posibilidad de financiamiento es que el estado como parte de su política educacional, financie la adquisición de equipos, los cuales deberían comenzar por los computadores personales para las distintas unidades educativas, las cuales servirán para dictar clases de computación, así como para tener un medio de consulta de las diferentes asignaturas, y se utilicen como terminales para recibir contenidos de teleeducación. Y en relación tanto a equipos de transmisión y recepción, es necesario realizar una distinción entre equipos para las terminales remotas y equipos para la estación terrena. En lo concerniente a la estación terrena, el costo bordea los \$2.000.000. En cambio las terminales remotas para llevar a cabo una comunicación bidireccional, donde se incluyen equipos ODU (Outdoor Unit) e IDU (Indoor Unit) los valores en conjunto oscilan entre \$1.500 y \$2.000. Luego de conocer los costos de los equipos, para poder solventar los gastos se pueden aplicar múltiples fuentes de financiamiento de forma conjunta, desde conseguir apoyo internacional tanto de organismos no gubernamentales como de gobiernos dispuestos a brindar apoyo educativo a países subdesarrollados e incluso como parte de condonación de deuda externa. Adicional a esto una vez puesto en marcha la etapa de creación del contenido educativo, se puede establecer la venta del software educativo desarrollado (y que se va a utilizar en el sistema teleeducativo), tanto a unidades educativas privadas dentro como fuera del país interesadas en este material ya sea para su uso offline o en redes de educación a distancia con las que trabajen, o llegar incluso a vender estas aplicaciones a otros gobiernos interesados en el aprendizaje a través del uso de recursos tecnológicos, además realizar la venta de determinados cursos como ejemplo de matemáticas (es decir ya no sólo una aplicación en particular sino recibir la clase tal cual la recibirían los alumnos inmersos en la red teleeducativa pública), en especial a escuelas y colegios privados dentro del país. Al mismo tiempo se pueden brindar cursos de actualización a los mismos maestros estatales, teniendo un mecanismo para constantemente reajustar

el nivel de conocimientos de los docentes, teniendo un monto adicional para mantener a flote el proyecto, abriendo la posibilidad que se adhieran docentes particulares interesados en ser parte de estos programas, claro está cobrando un valor monetario; y en general fomentar la oferta de seminarios, congresos y cursos de actualización a diversos profesionales que laboren en el sector público o privado sin necesidad de abandonar sus ciudades de residencia para favorecerse de los mismos, ya sea que el estado a través del gobierno de turno se encargue de impartir dichos cursos, o realizando el alquiler de estos equipos para que alguna empresa privada lo haga. Y es así que ofreciendo un curso de actualizaciones o de otra característica, al menos uno cada mes, y esperando un promedio de asistencia de 400 inscritos por curso alrededor de todo el país, destinando un valor de \$ 10 por cada asistente para solventar el mantenimiento del proyecto de teleeducación se obtendrían \$48.000 al año. Finalmente no se puede dejar de lado al campo publicitario, que se promocionaría al inicio de las aplicaciones educativas en la página principal, llegando a un número amplio de potenciales clientes de cada una de sus marcas comerciales, es decir los alumnos, profesores, y profesionales que usen el software.

## 6. Conclusiones

La tecnología DVB-S, ayuda a que los apoyos tecnológicos lleguen a lugares donde no se tiene acceso a tecnologías de comunicación terrestre por la falta de infraestructura, gracias a que pueden ser instaladas las terminales remotas tan lejos como la cobertura del satélite lo permita.

Corto tiempo de montaje de las terminales remotas, al necesitar apuntar la antena al satélite y conectar entre sí las unidades ODU e IDU, y posteriormente a los computadores.

Un proyecto de teleenseñanza correctamente desarrollado y dirigido, beneficia a un gran colectivo donde se incluyen alumnos, maestros, padres de familia, profesionales, ya que mediante la interactividad y facilidad de intercomunicación permite ofertar cursos, congresos entre otros.

Es factible implementar a mediano o largo plazo una red de esta naturaleza en el Ecuador, debido a que los valores monetarios son viables utilizando a la misma red para ofrecer servicios que permitan cubrir los costos que esta demanda.

Los componentes a utilizarse son flexibles a los requerimientos que se puedan imponer en las directivas del proyecto, debido a que se escoge el modelo del equipo de acuerdo a los requerimientos en número de alumnos.

La utilización del satélite para la difusión permite llegar masivamente a estudiantes sin pérdida de velocidad en la transmisión ya que no hay redes

intermedias en el lado del alumno que impliquen atascos o cuellos de botella.

La información se envía una sola vez al satélite de forma independiente al número de receptores e importando únicamente el ancho de banda requerido. Por lo tanto se tienen los mismos costos operativos por atender 10 alumnos como a 200.

Actualmente el sistema de teleenseñanza no solo se puede utilizar como herramienta para la realización de clases “tele-presenciales”, sino también como herramienta de generación de contenidos ya que estas clases pueden ser grabadas y almacenadas para su difusión posterior generando un fondo de material educativo en formato multimedia.

El satélite es la mejor solución técnica y económica, especialmente cuando existen estos requerimientos: necesidad de banda ancha, necesidad de aplicaciones multimedia, ubicaciones geográficas dispersas en los alumnos, bajo coste de equipamiento de alumno y operación.

Excelente escalabilidad, debido a equipos útiles para conectarse a toda una red LAN, sin necesidad de instalar un equipo ODU e IDU por computador.

Legalmente en nuestro país para implementar toda una red de teleeducación bajo la utilización de DVB-IP, se necesita cumplir con los requisitos de un servicio portador.

Realizar la compra de una estación terrena tendría beneficios adicionales, ya que se puede realizar incursiones en otras áreas aparte de la educación como la telemedicina, que al poder dotar a camiones con equipos médicos con tecnología necesaria para poder establecer consultas medicas a distancia, pudiendo así ser atendidos los sitios mas remotos del país con las mejores galenos, significando un buen chequeo medico, reducción de complicaciones de las dolencias, y esto a su vez reduciría considerablemente el número de personas que necesitan ser trasladadas a centros médicos de grandes urbes, ahorrando de esta forma dinero al estado en el rubro de la salud, contando los hospitales con espacio para casos que lo ameriten.

## Referencias

- [1] Broadband internet access via satellite: How it works [En línea][http://www.satsig.net/vsat\\_top.htm](http://www.satsig.net/vsat_top.htm)
- [2] Ley especial de telecomunicaciones reformada [En línea][http://www.conatel.gov.ec/website/baselegal/ley\\_es.php?cod\\_cont=21&nomb\\_grupo=leyes&cod\\_nivel=n1](http://www.conatel.gov.ec/website/baselegal/ley_es.php?cod_cont=21&nomb_grupo=leyes&cod_nivel=n1)
- [3] Ministerio de educación de Ecuador [En línea]<http://www.educacion.gov.ec/inicio/inicio.php>