



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOH 2014

Nuevos escenarios  
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014  
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

## DISEÑO DE UN AULA TELEPRESENCIAL PARA EL APOYO DEL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE

Carlos Nelson Henríquez Miranda

Universidad Autónoma del Caribe  
Barranquilla, Colombia

### Resumen

Los avances tecnológicos en estos tiempos han cambiado la forma en cómo nos desenvolvemos y actuamos en el día a día. En el área de la educación actualmente se encuentran varias modalidades de formación que se combinan en ambientes universitarios. Actualmente existe un tipo de formación conocida como telepresencial, la cual se refiere a un conjunto de tecnologías que permiten a una persona sentirse como si estuviera presente, o dar la apariencia de estar presente, en un lugar que no es su verdadera ubicación. Este trabajo busca diseñar un aula telepresencial que permita la interactividad en tiempo real del estudiante que no puede trasladarse físicamente al lugar en donde se presenta la clase. Ésta aula estará dispuesta con dispositivos de últimas tecnologías que apoyarán el proceso enseñanza aprendizaje, permitiendo el acceso de forma directa al estudiante vía Web de alta velocidad al aula de clase y así poder interactuar con el docente y su compañeros de una forma natural y sincrónica. Esta contará con un sistema de soporte que permitirá que todo lo que haga el profesor sea visto en vivo y en directo por el estudiante tomando notas de sus explicaciones, haciendo preguntas en línea al profesor o a sus compañeros y finalmente, poder recuperar las sesiones que quedarán grabadas para ser reproducidas en diferido.

**Palabras clave:** telepresencia; educación; web; internet; realidad virtual; telemedicina

### Abstract

Technological advances in these times have changed the way we live and how we act in the day. In the area of education are currently various forms of training that are combined in university settings. Currently there is a type of training known as telepresence, which refers to a set of technologies that allow a person to feel as if present, or appear to be present in a place that is not their true location. This paper seeks to design a telepresence classroom interactivity that allows real-time student who can not physically go to where the class is offered. This classroom will be ready with latest technology devices to support the teaching-learning process, allowing access directly to the student via Web High Speed classroom and be able to interact with faculty and peers in a natural and synchronously. This will have a support system that will allow all what the teacher is seen live and in person by the student taking notes of his explanations, asking questions online to the teacher or peers and finally to recover sessions that will recorded to be played on tape delay.

**Keywords:** telepresence; education; web; internet; virtual reality; telemedicine

## 1. Introducción

Los avances tecnológicos actuales han cambiado la forma de manejar todos los aspectos relacionados con vida diaria. Por ejemplo la educación no es ajena a estos avances y por eso se encuentran varias modalidades de formación que se combinan en ambientes universitarios. La primera es la formación tradicional, donde el docente interactúa con un grupo de estudiantes en un aula para desarrollar ciertas temáticas. Otro tipo de formación es la educación a distancia en donde se permite una mayor flexibilidad para los alumnos, que normalmente alternan sus estudios con su trabajo, apoyados por sesiones de tutorías presenciales y una plataforma informática. La formación a distancia es una modalidad pedagógica concebida para funcionar en condiciones de separación física y temporal entre el docente y el alumno, razón por la cual dispone de mecanismos de interacción a través de diferentes medios de comunicación. (Montalvo, 2009). Por otra parte y muy similar a la distancia, es la virtual, en donde la base de todo el proceso educativo se hace por intermedio de una plataforma computacional. En ésta se realizan diferentes actividades en línea como sesiones asincrónicas, consultas multimedia, foros, evaluaciones entre otras. Este tipo de formación es adecuada para las personas que tienen problemas para trasladarse al sitio de estudio, ya sea por factores laborales o con alguna discapacidad. Con estas nuevas herramientas se puede ofrecer educación de calidad a un mayor segmento de personas, educación que la Institución debe estar preparada a ofrecer, con un equipo humano, físico, técnico y tecnológico capaz de afrontar los nuevos retos del nuevo milenio. (Cardona, 2002)

Estas alternativas de formación son buenas opciones pero algunas veces, dificultan el éxito del proceso educativo porque dependen del esfuerzo individual de cada estudiante, en donde es crucial el autoaprendizaje y la autorresponsabilidad. Además se disminuye el contacto docente - estudiante perdiendo total interacción, originando así un aprendizaje complicado en ciertas áreas del saber. (TIC, 2011). Este trabajo busca diseñar e implementar un aula telepresencial que permita la interactividad en tiempo real del estudiante que no puede trasladarse físicamente al lugar en donde se presenta la clase. Ésta aula estará dispuesta con dispositivos de últimas tecnologías que apoyarán el proceso enseñanza aprendizaje, permitiendo el acceso de forma directa al estudiante vía Web de alta velocidad al aula de clase y así poder interactuar con el docente y su compañeros de una forma natural y sincrónica. El aula contará con un sistema de soporte que permitirá que todo lo que haga el profesor sea visto en vivo y en directo por el estudiante tomando notas de sus explicaciones, haciendo preguntas en línea al profesor o a sus compañeros y finalmente, poder recuperar las sesiones que quedarán grabadas para ser reproducidas en diferido. El resto del artículo estará compuesto de la siguiente manera, primero se abordará el concepto de telepresencia, pasando luego a la educación telepresencial. En la siguiente sección se explorarán las tecnologías actuales que permiten la telepresencia, luego se mostrará el diseño del aula y por último las conclusiones.

## 2. Telepresencia

La telepresencia se refiere a un conjunto de tecnologías que permiten a una persona sentirse como si estuviera presente, o dar la apariencia de estar presente, en un lugar que no es su verdadera ubicación. Sus orígenes datan de 1964 cuando la tecnología de la videotelefonía salió a la luz por vez primera en la feria mundial de Nueva York, evento en el que se presentó el servicio Teleimagen de AT&T (Da Silva, 2013). Años más tarde, (Minsky, 1980) pionero del concepto de telepresencia hace hincapié en la importancia de la retroalimentación sensorial de alta calidad y sugiere futuros instrumentos para sentir y trabajar con las propias manos en donde no se note ninguna diferencia significativa.

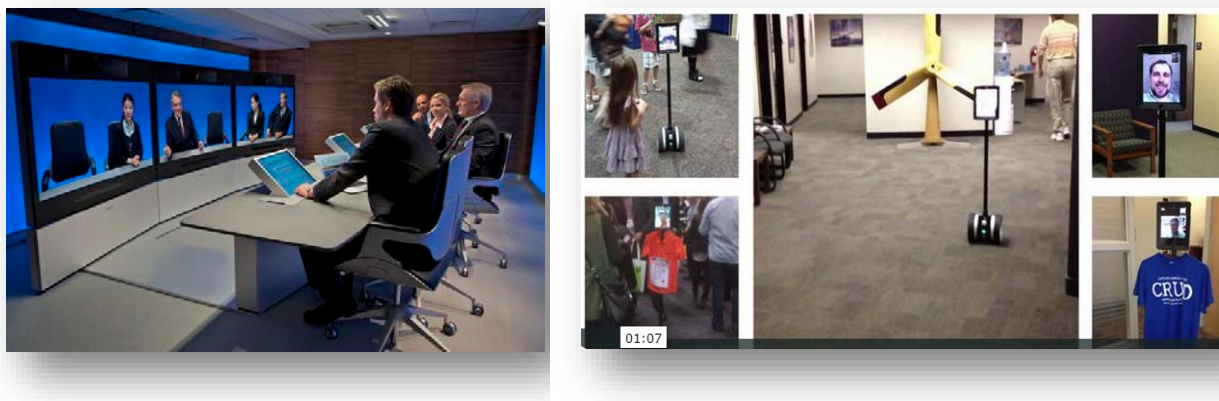


Figura 1. Telepresencia. (Tomada de <http://www.interoute.es/blog/tag/telepresencia/>)

La telepresencia permite una nueva forma de realizar las reuniones empresariales, sin que los miembros estén presentes en cuerpo presente. Esta permite la comunicación a través de una imagen virtual de alta definición, con la ayuda de micrófonos y altavoces apropiados que permiten el contacto como si estuvieran hablando frente a frente (ver figura 1). Dentro de los beneficios de la telepresencia están el sin números de ahorros de costo de viajes, evitar traslados innecesarios, cuidar el medio ambiente, evitar el estrés, apoyo a la telemedicina y educación entre otras. La telepresencia se puede dar en varios niveles, desde mover un brazo mecánico a través de Internet, pilotar un avión y mover una cámara con sólo mover la cabeza. Además se consideran tecnologías de telepresencia ciertas formas de videoconferencias y sus variedades y/o extensiones, como puede ser una combinación de videoconferencia y vehículo robotizado (CDTec, 2007) que pueda representar a una persona, moverse por el lugar y realizar algunas actividades (ver figura 1). Sin embargo la telepresencia es una tecnología costosa y la instalación de un servicio de este tipo sale aproximadamente en 500 mil dólares. Quiere decir que solo está disponible para grandes empresas con altos presupuestos. Sin embargo empresas como Cisco (líder en telepresencia a nivel mundial) ha hecho grandes esfuerzos para llegar al mercado de empresas pequeñas permitiendo uso a través de un alquiler. La telepresencia es una realidad hoy día y existen un sin números de aplicaciones que están revolucionando el mundo tal como lo afirma, (Lichtman, 2006) experto en el área cree que se afectará drásticamente las líneas aéreas, los hoteles, los proveedores de redes globales, mercados financieros, los anunciantes, los gobiernos, los juegos, la educación, el entretenimiento, la medicina, la diplomacia, educación en el hogar, la política y hasta la guerra. A continuación se presentan las principales aplicaciones de la telepresencia.

### 3. Aplicaciones en telepresencia

La telepresencia puede ser utilizada en diferentes contextos profesionales. La aplicación más común, es permitir reuniones de personas en diferentes locaciones del mundo. Un ejemplo de esto es la telepresencia como herramienta de negocios en exportaciones, donde los empresarios pueden realizar reuniones con otros ejecutivos del exterior, hacer presentaciones de sus productos y servicios sin viajar a otros países. Esto normalmente en una reunión de negocios en cinco países distintos cuesta sólo en tiquetes US\$5.600. Con una sala de telepresencialidad se invierte una única vez aproximadamente \$200.000 dólares y les da ventajas a los empresarios de tener contactos con varios empresarios del exterior al tiempo y/o atender varios países en un solo día (Parra, 2014). Otra de las aplicaciones importantes es en el campo de la medicina. Por ejemplo, un cirujano en EE.UU. puede realizar una cirugía del corazón en un paciente en la India. Para que este funcionamiento remoto pueda ser eficaz, el cirujano u otro médico practicante debe tener sentido de realmente estar el sitio en el que se realiza la operación. Esto requiere de transmisión muy rápida de información entre los lugares que se enlazan y el despliegue de alta resolución para permitir la inmersión de los cirujanos.



Figura 2. Aplicaciones de la Telepresencia. (Tomada de <http://puntogob.com/2014/04/red-de-telepresencia-y-telemedicina/>)

Otro ejemplo en el campo de la medicina, es en México que posee una Red de telepresencia que permite a un robot que a través de una pantalla y un micrófono el paciente observe el rostro del médico, e incluso hable con él, lo que le ha permitido ser aceptado por los usuarios (PuntoGob, 2014). En el campo de la educación la telepresencialidad se utiliza de diferentes maneras, desde una simple aula, pasando por grandes auditorios, hasta llegar a robots dispuestos con últimas tecnologías que dan la apariencia de estar en el lugar. Por ejemplo el robot que permite a niños con problemas de movilidad o enfermedad participar en las clases de forma remota (magazine, 2013). Empresas como VGo o Anybots ofrecen estos robots entre 1.500 y 9.000 dólares. Estas soluciones permiten a una persona tener una réplica de sí misma en un lugar distante y moverse con libertad, como si estuviera físicamente allí. (El comercio Tecnología, 2014)

#### 4. Educación telepresencial

Actualmente existe un tipo de formación conocida como telepresencial, la cual se refiere a un conjunto de tecnologías que permiten a una persona sentirse como si estuviera presente, o dar la apariencia de estar presente, en un lugar que no es su verdadera ubicación. Este estilo de formación busca integrar la formación presencial con la virtual logrando la interacción directa con la clase, apoyados por tecnologías computacionales. “La formación telepresencial nos permite añadir este ‘Human Touch’ combinando la flexibilidad de la formación online con el valor de la enseñanza tradicional. Además, surgen otras opciones de valor añadido como el acceso a clases grabadas, a grupos de foros, chats de cafetería... ayudando a personalizar la formación del alumno” (Castela, 2014). Revisando la literatura alguno de los trabajos referentes se encuentran: Análisis empírico de la realidad virtual telepresencial, en donde se estudian un grupo de estudiantes y se puede evidenciar logros en el aprendizaje en el marco de cuatro factores: Tercera dimensión, interactividad, inmersión y multisensaciones (Wu, et al., 2014). Otro trabajo muestra como un niño utiliza un robot de telepresencia con participación física y operatividad para resolver ciertos problemas de aprendizaje cuando se enfrentan a profesores que hablan un idioma diferente (Tanaka, et al., 2014). Otro estudio muestra los resultados preliminares de un caso local con el empleo de robots en un sistema de educación pública el cual indica que la telepresencia puede proporcionar mejoras significativas en las experiencias educativas, sociales y de salud de esta población vulnerable. (Newhart, 2014). En estos trabajos se ve la importancia que ha tomado la combinación de las nuevas tecnologías en la educación y que tiene muchas ventajas y beneficios a pesar de su alto costo. Es por esto que las universidades están en mora de iniciar nuevos procesos que permitan su utilización en un corto plazo, ya que no hacerlo, podrían ocasionar un gran retraso y hasta volverse irrelevantes. No es un misterio que a medida que pasa el tiempo más estudiantes, profesores y personas del común están sentados horas y horas en un computador o utilizando su dispositivo móvil. En un estudio realizado en el Instituto para el simposio anual de la Sociedad de Internet de banda ancha a finales de octubre de 2012, de la Universidad de director de eLearning, Gregor Kennedy de Melbourne, identificó tres características del entorno universitario contemporáneo que hacen las comunicaciones especialmente importantes: los estudiantes pasan menos tiempo en la escuela, pero más tiempo en línea; la población estudiantil es más grande y más diversa; y los investigadores educativos están animando a los profesores a alejarse de conferencias como una herramienta de enseñanza primaria (Cornick, et al., 2012). Por todo lo abordado anteriormente, las universidades deben actuar ahora ya sea adquiriendo la tecnología para incrementar y expandir sus ofertas, con el costo asociado que esto produce, o más bien, aprovechar su experticia para ir explorando nuevos proyectos de investigación que puedan lograr abaratar estos costos tan elevados para así disfrutar de estas tecnologías en sus procesos de enseñanza aprendizaje. Es por esto, que este trabajo busca, inicialmente, crear una línea de investigación en telepresencia comenzando con la propuesta de un diseño de aula telepresencial. Ésta permitirá a estudiantes Universitarios de la facultad no perderse de su clase cuando falten por enfermedad, trabajo, viaje u otra razón. Ellos podrán asistir remotamente con la ayuda de un computador conectado a internet en donde podrán interactuar en tiempo real y síncrona con docentes y estudiantes. En la siguiente sección se presenta la propuesta.

#### 5. Diseño aula telepresencial

Examinado las potencialidades que trae las nuevas tecnologías de telepresencia para la educación y buscando fortalecer los procesos de enseñanza aprendizaje en los programas universitarios, se propone un aula telepresencial que permita a estudiantes ausentes por diferentes razones presenciar virtualmente los temas desarrollados en el salón. Este es un diseño inicial que parte de un proyecto macro donde se harán diferentes prototipos y soluciones para adaptarlas a ciertas áreas del conocimiento donde más se necesiten. La propuesta (ver figura 5) está basada en la utilización de tecnología de hardware y software maduros usados actualmente en el mercado. Este diseño consta de: Computador PC, cámara digital, un servidor y conexión Internet.

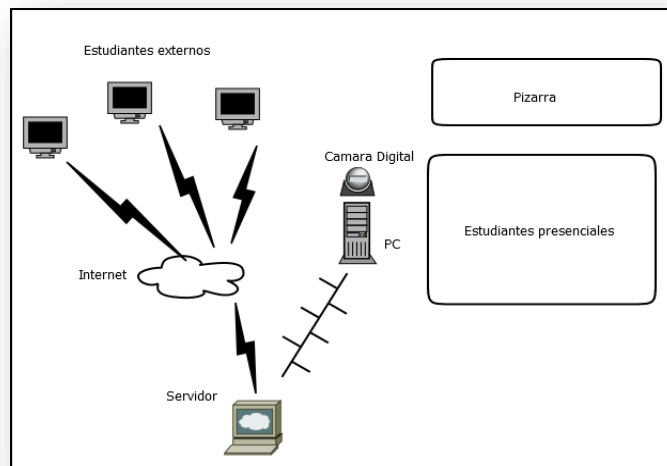


Figura 3. Diseño Aula.

Para poder dar la sensación de un aula telepresencial, se tendrá una cámara digital conectada al PC del profesor, este PC envía la señal ya comprimida al servidor que a su vez enviará la señal a los usuarios conectados a un sitio Web. Al final de la sesión se grabará el contenido para su posterior consulta. Cabe resaltar que todo esto será apoyado por un sitio Web donde ingresarán los usuarios que contará con otros servicios adicionales. A continuación se explorarán los tipos de software y hardware escogido para dar un servicio de video y audio de calidad para lograr un gran efecto de telepresencialidad. Para lograr la captura de video de buena calidad se usará una cámara digital de alta definición (full HD) siguiendo las recomendaciones de (Flumotion Service SA, 2013) que se muestran en la tabla 1. En las pruebas iniciales se usó una cámara HD WebCam C510 (Logitech, 2014) en donde dio muy altos resultados, una prueba de la cámara se muestra en (Memito.net, 2012). Finalmente para la implementación del prototipo se optará por la cámara HD Webcam C525 especializada para videoconferencias y grabaciones en alta definición (Logotech, 2014) que nos permite una calidad de 720p.

<b>Calidad</b>	240p	360p	480p	720p	1080
<b>Resolución</b>	426x240	640x360	854x480	1280x720	1920x1080
<b>Ancho de banda</b>	400 Kbps	750Kbps	1000 Kbps	2000 Kbps	4000 Kbps

Tabla 1. Recomendaciones de calidad de imagen. (Tomada de Flumotion Service SA)

Una vez recibida la imagen por el PC, en este se procede a instalar un codificador (encoder) que permita transformar la señal de la cámara a un formato más ligero y subirlo directamente al servidor. Se explorarán varios codificadores y se elegirá el que resulte más eficiente buscando un mejor rendimiento (Rao, 2014). Con el video en el servidor ahora se debe retransmitir a los usuarios conectados vía Web. Para lograr esto el servidor debe soportar la tecnología Streaming que permite la transferencia de datos en un flujo regular y continuo. La gran ventaja de esta tecnología es que el usuario no necesita descargar el contenido vídeo o audio para poder visualizarlo o escucharlo, es decir se permite la retransmisión en directo de un acontecimiento a través de Internet. La retransmisión se puede hacer usando un servicio gratuito como lo analiza (Baccaglioni, 2013) o instalando un software para ello. Para este trabajo y luego de considerar a (Monroy, et al., 2012) y (Hosting Marketers News, 2014) se ha decidido tomar partido por instalar un servidor de Streaming conocido como Red5. Las principales razones para su escogencia fue su soporte para los sistemas operativos Windows y Linux, permite el uso de varios protocolos, el uso de tecnología Java y sobre todo que al ser código libre no hay que pagar nada por él y se puede usar sin ningún límite (Red5, 2014). Este servidor proveerá el acceso web para los estudiantes virtuales y debe garantizar un ancho de banda considerable que permita la alta calidad de la señal. Luego de la instalación de software y hardware adecuado, se definirán los servicios iniciales que se permitirán así como los requerimientos. En cuanto a los servicios ofrecidos por el aula inicialmente serán:

- Registro de usuarios autorizados
- Transmisión en tiempo real
- Grabación de las sesiones

- Interacción por la Web con el Profesor y Alumnos

Por la parte de los requerimientos y límites del aula:

- Conexión de internet del usuario mayor a 2MB
- Límite de hasta 20 usuarios en el sistema.

Después del diseño, se implantarán las siguientes fases del proyecto que constan de adquisición e instalación de los dispositivos, pruebas internas y pruebas en vivo y directo. Finalmente el proyecto propenderá por el desarrollo de un aula de bajo costo, utilizando en lo posible software y hasta hardware libre, que permita su implementación en ambientes universitarios ya que las actuales propuestas del mercado en el área de telepresencia tienen costos muy elevados.

## 6. Conclusiones

- Diversos trabajos e investigaciones muestran las distintas aplicaciones útiles de la tecnología en la que se destacan los negocios, la medicina y la educación.
- La tecnología actualmente es costosa y las organizaciones medianas y pequeñas no tienen los suficientes recursos para adquirirla.
- Las tecnologías de hardware y software libre pueden lograr recrear el servicio de telepresencia a un costo razonable.
- Las universidades y centro de investigación deben propender por el desarrollo de estas líneas de investigación para maximizar su utilización en todas las áreas del saber.

## 7. Referencias

- Baccaglioni, F. (09 de 2013). *Fabio.com.ar*. Obtenido de Como hacer una transmisión en vivo: <http://www.fabio.com.ar/5666>
- Cardona, G. (2002). TENDENCIAS EDUCATIVAS PARA EL SIGLO XXI . *EduTec: Revista electrónica de tecnología educativa*.
- Castela, E. (Marzo de 2014). *Factor Humano Formación*. Obtenido de ¿Qué es la formación Telepresencial?: <http://www.factorhumanoformacion.com/blog/%C2%BFqu%C3%A9-es-la-formaci%C3%B3n-telepresencial>
- CDTec. (2007). *Difusión de proyectos de demostración*. Obtenido de Mejoras empresariales mediante la implantación de sistemas de Telepresencia: <http://www.cdteducacionmadrid.org/docs/DPDemotelepresencia.pdf>
- Cornick, K., & Given, J. (2012). Learning fast: Broadband and the future of education. *Telecommunications Journal of Australia*.
- Da Silva, C. (junio de 2013). *Telepresencia*. Obtenido de [http://www.slideshare.net/cesar\\_dasilvacidec/telepresencia-16011233](http://www.slideshare.net/cesar_dasilvacidec/telepresencia-16011233)
- *El comercio Tecnología*. (2014). Obtenido de <http://elcomercio.pe/tecnologia/robotica/robots-ayudan-que-alumnos-no-pierdan-clases-noticia-1705917>
- Flumotion Service SA. (2013). *Flumotion*. Obtenido de Aspectos clave del Streaming para eventos directos.
- Hosting Marketers News. (Enero de 2014). Obtenido de COMPARISON BETWEEN WOWZA MEDIA SERVER VS RED5 AND VS ADOBE FLASH MEDIA SERVER: <http://hosting-marketers.com/news/2014/01/12/comparison-between-wowza-media-server-vs-red5-and-vs-adobe-flash-media-server/>
- Lichtman, H. S. (2006). *Human Productivity Lab*. Obtenido de Telepresence, Effective Visual Collaboration and the Future of Global Business at the Speed of Light: [http://www.humanproductivitylab.com/telepresencepaper/hpl\\_telepresence\\_paper.pdf](http://www.humanproductivitylab.com/telepresencepaper/hpl_telepresence_paper.pdf)
- Logitech. (2014). *HD Webcam C510*. Obtenido de <http://www.logitech.com/es-mx/support/hd-webcam-c510?osid=14&bit=32>
- Logitech. (2014). *Logitech HD Webcam C525*. Obtenido de <http://www.logitech.com/es-es/product/hd-webcam-c525?crd=34>
- Luquel, D. (2011). *Enter.co*. Obtenido de LA TELEPRESENCIA SE DEMOCRATIZA, LLEGA A LAS PYMES Y OTROS CAMPOS: <http://www.enter.co/productividad/telepresencia/>
- magazine, d. (Abril de 2013). *digitalav magazine*. Obtenido de <http://www.digitalavmagazine.com/>
- Memito.net. (2012). *Cámaras SD vs cámaras HD para video presentaciones*. Obtenido de <http://www.memito.net/streaming/camaras-sd-vs-camaras-hd-para-video-presentaciones/>

- Minsky, M. (1980). Telepresence. *OMNI magazine*.
- Monroy, N., Torres, D., & García, A. (2012). Selección de servidor base para el manejo. *Rev. Tecnol. – Journal of Technology*.
- Montalvo, L. (2009). Obtenido de [DOC] de [aves.edu.co](http://aves.edu.co)
- Newhart, V. A. (2014). Virtual inclusion via telepresence robots in the classroom. *CHI EA '14 CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 951-956 .
- Parra, C. (Abril de 2014). *Zona logística*. Obtenido de Telepresencia será usada como herramienta de negocios en exportaciones: <http://www.zonalogistica.com/index.php/en/noticias/item/1379-telepresencia-ser%C3%A1-usada-como-herramienta-de-negocios-en-exportaciones>
- PuntoGob. (abril de 2014). *PuntoGob*. Obtenido de Red de telepresencia y telemedicina: <http://puntogob.com/2014/04/red-de-telepresencia-y-telemedicina/>
- Rao, K. (2014). Performance Analysis and Comparison of the Dirac Video Codec with H.264/MPEG-4, Part 10. En *Video coding standards* (pág. 199).
- Red5. (2014). *Red5*. Obtenido de <http://www.red5.org/>
- Tanaka, F., Takahashi, T., & Matsuzoe, S. (2014). Telepresence Robot Helps Children in Communicating. *HRI '14 Proceedings of the 2014 ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction*, 399-406.
- TIC, A. N. (2011). *Ventajas y desventajas de la educación virtual*.
- Wu, F. Y., & Wang. (2014). Empirical analysis for virtual reality telepresence. *Computer, Intelligent Computing and Education Technology*, 155.

### Sobre los autores

- **Carlos Nelson Henríquez Miranda:** Ingeniero de Sistemas, Doctorante en Ingeniería de Sistemas y computación. Magister en Ingeniería de Sistemas y computación. Profesor titular. [chenriquez@uac.edu.co](mailto:chenriquez@uac.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)