

# Uso de Dispositivo Móvil de Telepresencia en la Educación a Nivel Universitario

Luis E. Luévano B. & Eduardo López de Lara D.  
División Académica de Profesional,  
Tecnológico de Monterrey, Campus Zacatecas, México.  
[luevano@itesm.mx](mailto:luevano@itesm.mx)

## Resumen

La tecnología de videotelefonía salió a la luz por primera vez en 1964. Desde entonces ha evolucionado y desarrollado en dos planos: el personal y el empresarial, en este último se encuentra el campo de la educación a distancia. Es en este contexto evolutivo que se presenta esta nota de divulgación en la que se describe la experiencia adquirida con el uso de un robot de telepresencia “Profesor Avatar” que permite “sentir” la presencia del profesor a través de audio y video en dos direcciones, y movimientos autónomos controlados a distancia. El experimento se realizó en Campus Zacatecas impartiendo clases oficiales en cinco locaciones diferentes en el periodo septiembre 2012 a mayo 2013.

**Palabras clave:** Telepresencia, Robot de telepresencia, Educación a distancia.

## 1 Introducción

Era el año de 1964 cuando la tecnología de la videotelefonía salió a la luz por vez primera, fue en la Feria Mundial de Nueva York (Estados Unidos), evento en el que el público pudo asistir a la demostración del servicio Teleimagen de AT&T.

Este invento de videotelefonía no tuvo el éxito previsto, los elevados costos, la mala calidad de la imagen y la renuencia de los consumidores a interactuar con cámaras impidieron su desarrollo.

Tuvimos que esperar hasta principios de los años 80 cuando las redes digitales hicieron posible la transmisión a larga distancia de señales con vídeo y audio comprimido. Desde entonces, la videotelefonía se ha desarrollado en dos planos: el personal y el empresarial, dentro de este último se encuentra el campo de la educación a distancia.

La educación a distancia ha pasado por tres etapas de desarrollo. Primera generación (impresos) cuando nuestros abuelos contrataban educación y les llegaba el material por correo a su domicilio, lo estudiaban y una vez cubierto el material enviaban su evaluación escrita, para recibir posteriormente un diploma y el acceso al siguiente nivel. Segunda generación (analógica) en la que se utiliza TV abierta, TV por cable, envío de vídeos, programas radiales, etc. Tercera generación (digital) en la que se utiliza el Internet.

La teleeducación digital es ahora un importante complemento, más no un sustituto, de la educación

presencial. Se están transformando, de manera acelerada las modalidades de aprender y enseñar.

La historia de la educación a distancia en el Tec de Monterrey inició el 26 de abril de 1989 cuando se establecen los cimientos de un innovador sistema educativo (en ese entonces) que promovía el uso de la tecnología satelital con dos objetivos principales: incrementar el nivel académico de los profesores y extender el impacto de la labor docente en todos los campus. Fue así como iniciaron las operaciones del SEIS, Sistema de Educación Interactiva por Satélite, con su primera transmisión histórica del seminario “Cómo exportar a los Estados Unidos”. A partir de entonces se comienzan a impartir los primeros cursos de maestrías, profesional y programas de educación continua.

Posteriormente en 1996 nace la Universidad Virtual incorporando un abanico de recursos tecnológicos sin precedentes (hasta entonces) en el área educativa tales como transmisiones vía satélite, correo electrónico, multimedia, videos, manuales y páginas electrónicas.

La evolución del modelo continuó durante los años 1998 a 2001, años en los que la Universidad Virtual transforma su modelo educativo para incluir en sus programas un mayor componente en línea, lo anterior con el objetivo de llevar educación de calidad a un mayor número de personas en diferentes ubicaciones geográficas [1].

La consolidación se da del 2002 al 2009 en que la Universidad Virtual del Tec de Monterrey se

constituye como la universidad en línea, de habla hispana, más grande en América Latina.

En el año 2007 se introduce el uso de nuevos recursos tecnológicos entre otros: los pizarrones digitales interactivos, los dispositivos móviles e interactivos para la evaluación y el trabajo colaborativo, las videoconferencias interactivas y las sesiones de tele-presencia con videoconferencia [1].

Es en este contexto de nuevos recursos tecnológicos, en este nuevo mundo digital de transformaciones constantes, donde se enmarca la aportación en innovación educativa que se describirá en este artículo de divulgación. Hasta ahora la telepresencia se ha dado utilizando pantallas de más de un metro, con alta definición y en las que aparece la imagen de la persona en su tamaño real. Esto funciona relativamente bien para una reunión de trabajo con perfil empresarial en la que, incluso, se simula una sala de juntas en donde las pantallas ocupan un asiento. En educación universitaria nuestra experiencia dice que el resultado de telepresencia no ha sido muy satisfactorio, la pantalla fija hace que el estudiante promedio se distraiga fácilmente.

Esta innovación educativa propone el uso de un Robot de Telepresencia para la educación universitaria en el Campus Zacatecas, concretamente en la materia de Contabilidad Administrativa que le permite al profesor presencia física, video y voz en dos direcciones y movimientos autónomos controlados a distancia.

## 2 Experiencia previa

Este proyecto nace de la experiencia y observación que durante 9 años ha realizado el profesor Eduardo Luévano como colaborador de la Universidad Virtual del Tec de Monterrey, además de 13 años como profesor de Contabilidad y Finanzas en el Campus Zacatecas. Después de casi una década como facilitador en materias impartidas con el modelo virtual el profesor Luévano concluye que: es difícil controlar la atención del grupo ya que, en cierta forma, la pantalla es algo estático que se puede ignorar, el profesor titular no tiene acceso visual a toda el aula y es fácil para algunos alumnos evadir al profesor, no se puede retroalimentar en tiempo real sobre el trabajo personal de cada estudiante, en el modelo virtual actual las clases con alto contenido cuantitativo no permiten dar seguimiento adecuado al progreso del alumno durante la sesión.

Buscando alternativas de solución para esta problemática formó equipo con Eduardo López de Lara profesor de planta, en el área de profesional del Campus Zacatecas, desde hace 23 años. Él ha sido testigo de la evolución del modelo educativo del Tec, conoce de éxito y del fracaso de proyectos. Su constante contacto con los estudiantes le permite

escuchar y conocer de primera mano sus intereses, necesidades y la crítica acerca del modelo educativo y su evolución a lo largo del tiempo.

Desde hace dos años el Profesor Luévano ha estado investigando y trabajando para hacer más eficiente el modelo de educación a distancia, sus investigaciones se centran en el concepto de telepresencia. Hace 18 meses adquirió, con recursos propios, un robot de telepresencia usado en [www.mercadolibre.com](http://www.mercadolibre.com). Este pequeño robot tiene capacidades limitadas, pero sí permite la sensación de telepresencia, se utilizó en pruebas piloto y permitió demostrar la viabilidad potencial de un mayor proyecto orientado a la impartición de cátedra formal a distancia.

Durante el semestre Agosto – Diciembre 2011, el profesor Luévano fue invitado como profesor emergente en Campus Aguascalientes para impartir la clase Análisis de Costos, este curso llevaba un mes de trabajo cuando se quedó sin profesor debido a una situación fortuita, el profesor Luévano entró al relevo, se trasladaba una o dos veces a la ciudad de Aguascalientes, pero dadas las circunstancias especiales del caso, y ante la imposibilidad, por conflictos de horario, de algunos alumnos para asistir los días programados a la clase presencial, se tuvo la necesidad de hacer, además, sesiones adicionales de videoenlace desde Campus Zacatecas, con el objetivo de poder cubrir el programa en su totalidad y no dejar fuera a ningún alumno. Esta experiencia como profesor titular de un curso a distancia permitió explorar y, a su vez, explotar al máximo las bondades del videoenlace y el uso del Bb. También, pudimos confirmar lo que ya conocíamos acerca de las debilidades de la impartición de clases a distancia a través de este modelo. Una de las más importantes, si no es que la principal, es lo impersonal que se vuelve la clase, ya que, lógicamente, no es lo mismo ver al Profesor en un TV que tenerlo enfrente para poderle preguntar lo que sea, o simplemente pedir una revisión de un ejercicio de forma inmediata.

La NO presencia del Profesor en el aula ocasiona que algunos alumnos no se animen a externar sus inquietudes frente a la cámara, por tener que hacerlo público y enfrentar en ocasiones la burla del resto de la audiencia, lo que origina que algunos alumnos se vayan con dudas a su casa y no se logre un aprovechamiento al 100% de la clase como si fuese de forma presencial.

Un problema recurrente en el semestre en que tuvimos el videoenlace se dio al momento de revisar las dudas de los ejercicios, ya que no podíamos ver los apuntes o cuadernos de los alumnos de forma clara, la cámara de transmisión se encuentra en la parte superior de la TV y resulta muy difícil enfocar de forma precisa. En varias ocasiones los estudiantes se subían en una mesa y ponían la libreta frente a la cámara, fue una ocurrencia estudiantil totalmente impráctica. Esta desventaja se hace más evidente

cuando el profesor esta narrando un ejercicio pues es difícil ubicarse en el problema.

Por otro lado, al perder la visión periférica inmediata del aula, algunos alumnos ubicados fuera del enfoque de la cámara, perdían la compostura y estaban en todo menos en la clase, ocasionando que los demás que si estaban de frente a la cámara y atentos a la clase perdiesen por momentos la concentración en la cátedra del Profesor.

Apoyados en nuestra experiencia de muchos años en la educación a distancia es que se propone el uso de un robot de telepresencia denominado “Profesor Avatar” para, en la medida de lo posible, tratar de corregir las deficiencias actuales del modelo de videoenlace. Pero, ¿Qué es un robot de telepresencia? Es el profesor usando un androide, es un robot que le da presencia física autónoma en el aula, transmite audio y video en dos direcciones, le permite movilidad e intercomunicación personal, uno a uno y en tiempo real. No es un simple autómatas, se puede decir que el profesor está en el aula representado por el robot.

De acuerdo a nuestras investigaciones, a la fecha no hemos encontrado evidencia de algún registro oficial de la utilización de un robot de telepresencia para la impartición de una clase universitaria formal. Esta tecnología se ha utilizado en el campo médico para consultas y acompañamiento a pacientes, en el sureste asiático se ha utilizado como apoyo en clases de idiomas para niños de nivel primaria y también ha sido utilizada por alumnos que por enfermedad no pueden asistir al aula, entonces el robot toma su lugar.

Ser pioneros a nivel mundial en la utilización de un robot de telepresencia para la educación universitaria formal es uno de los puntos más relevantes de este proyecto de innovación educativa.

El Tec de Monterrey tradicionalmente ha sido primero en la implementación de tecnología e innovación educativa en México. Con este proyecto los autores deseamos continuar construyendo este liderazgo.

Cuando esta tecnología madure el robot de telepresencia permitirá que, el profesor pueda sin límites en cuanto a distancia, situación climatológica, diferencia horaria, etc., impartir su clase, en tiempo y forma, aunque él físicamente no se encuentre presente en el aula.

Esta tecnología permitirá importante ahorro en costos ya que a través de este tipo de asistencia robótica, en muchas ocasiones ya no sería necesario trasladarse a otras ciudades para impartir o asistir a una clase, conferencia, reunión, o para realizar algún tipo de inspección que requiera la visión y el audio en tiempo real, aparte de que se elimina por completo el riesgo de inasistencia por situaciones no controlables tales como contingencias climatológicas, de inseguridad, de tráfico, vuelos cancelados, enfermedad, etc. Ya

que, desde la comodidad de nuestra casa u oficina, o prácticamente desde cualquier lugar, podremos tener acceso al robot asistente de forma inmediata.

### **3 Experiencia con el Profesor Avatar**

La Misión ITESM 2015 a través de sus programas educativos establece: “Contribuir al desarrollo sostenible de la comunidad con modelos y sistemas innovadores para mejorarla en lo educativo...” [2]. Para el cumplimiento de esta Misión se establecen 10 estrategias, la primera dice: “Asegurar la calidad académica y enriquecer el modelo educativo” [2]. Enmarcado en la Misión y Estrategias 2015 proponemos este proyecto de innovación educativa.

Ser el primero en la implementación de tecnología e innovación educativa en México es algo que siempre ha distinguido al TEC. Con este proyecto se desea continuar construyendo este liderazgo. El uso de un robot de telepresencia para impartir una clase completa en nivel universitario es algo de lo que no se tiene registro ni conocimiento a la fecha en el continente americano ni en el europeo. Se tienen registros del uso de robot para enseñanza a distancia en Corea y Japón, pero a nivel de primaria, y para usos específicos como enseñanza de idiomas.

En el TEC nos esforzamos por formar personas competitivas internacionalmente, es necesario que nuestros estudiantes desde las aulas conozcan las nuevas formas de educación y de interacción a distancia, ahora es algo nuevo, pero en unos años será algo natural.

Desde nuestro punto de vista, apoyados en experiencia docente de décadas, consideramos que este proyecto de un auxiliar robótico dentro del salón de clase, resulta ampliamente justificado, ya que permitirá una visión panorámica total del aula, una mayor interacción con los alumnos, al desplazarse el robot por los pasillos del salón se podrá tener un contacto más directo con los alumnos, ofreciendo atención más personalizada, así quienes tengan dudas las podrán expresar de forma particular a través del sistema de comunicación bidireccional de audio y video del robot asistente, además se podrán revisar las libretas o los apuntes de cada uno de los alumnos de forma individual y al instante a través de la cámara ip provista en el “Profesor Avatar”.

Esta forma de interactuar con la tecnología será sin duda parte importante en la vida profesional y personal de nuestros próximos profesionistas.

El uso del Robot Hermes VGO no es solamente académico, puede ser versátil y multiusos en el Campus, por ejemplo: un directivo que se encuentre fuera de la ciudad puede asistir a una reunión a través del “Profesor Avatar”, asimismo si desea supervisar o inspeccionar avances de trabajo se puede hacer ya que

el robot será controlado en su accionar por la persona que está a distancia.



**Figura 1:** Robot de Telepresencia “Profesor Avatar”

El robot tiene un costo de \$ 8,000 USD más \$ 1,100 USD en cuota anual de mantenimiento y soporte de red. Más (16%) IVA. Nosotros lo negociamos, para fines académicos y de investigación, en paquete incluido todo por \$ 100,000 pesos.

Las especificaciones técnicas del Robot son las siguientes: altura 1.21 m, peso 8.16 kg, dos motores de movimiento independiente, velocidad en el rango de 0 a 0.91 metros por segundo, sensor de obstáculos, auto recarga en dock, tiempo de recarga 6 horas, cámara 2 Mega pixeles con movimiento y Flash, H.264 30 cuadros por segundo codec de video, pantalla 6” LCD (320 x 240), Bocinas Woofer y Tweeter, arreglo de 4 micrófonos para escucha 360°, audio 8Khz codec de alta fidelidad, WiFi integrado, puerto USB.

Los requerimientos técnicos básicos del ordenador remoto son: Windows 7 versión USA, dual core 2.0 Ghz, 1 MB RAM, cámara, micrófono, bocinas, 802.11 b/g/n cobertura wireless para el robot VGO (PC puede ser wireless o con cable de red) con WEP, WPA, WPA2. La conexión a Internet requiere 2 MB de velocidad de descarga y 1 MB en subida.

El proyecto de investigación propuso llevar a cabo ocho sesiones de clase en la materia de Contabilidad de Costos. Este plan no fue cubierto exactamente, tuvo modificaciones, las sesiones de trabajo con el Profesor Avatar impartiendo clase a distancia fueron las siguientes:

1. Guatemala – Zacatecas (1 sesión)
2. Zacatecas – Zacatecas (4 sesiones)
3. San Luis Potosí – Zacatecas (1 sesión)
4. Zacatecas – Aguascalientes (1 sesión)
5. Monterrey – Monterrey (1 sesión)
6. Guatemala – Zacatecas (1 sesión)

La razón de las transmisiones a Guatemala es que el profesor Luévano fue invitado en calidad de profesor visitante para la unidad de posgrado en la Universidad Salvador Landívar. En total fueron 48 alumnos los que tomaron en una o varias sesiones las clases con el Profesor Avatar.

Algunas situaciones que se presentaron y provocaron retrasos en el proyecto fueron: nuestra computadora personal no tuvo suficiente memoria en RAM ni cámara integrada, tuvimos que conseguir mayor equipo. Los requerimientos técnicos para el manejo del robot son considerables. Además, fue necesario pedir autorización para que nos abrieran algunos puertos de la red para que el robot pudiera tener la calidad de transmisión correcta. El ancho de banda del Campus Zacatecas es insuficiente para el correcto funcionamiento del Robot, el audio se corta y tiene retraso, la imagen es correcta.

El robot esta diseñado para trabajar con red G4, en el país todavía no se cuenta con el servicio, en horas pico de demanda de ancho de banda, el robot presenta fallas de conexión. En Campus Aguascalientes (con mayor ancho de banda) el robot funciona perfectamente.

Esta situación es un problema de infraestructura del Campus, en cierta forma tenemos un producto tecnológico avanzado, diseñado para estándares de los Estados Unidos. La responsabilidad no depende en sí de ninguno de los participantes, debemos esperar que se dé el avance tecnológico. Se espera en cuestión de meses.

Con ancho de banda adecuado el robot ha funcionado perfectamente. Por otro lado, nos hubiera gustado tener una mejor computadora, los equipos que tenemos no soportan adecuadamente la operación del robot.



**Figura 2:** Clase con el apoyo del “Profesor Avatar”

## 4 Resultados

Los estudiantes que participaron en el experimento contestaron un cuestionario de evaluación con 32 reactivos. Los resultados no los consideramos estadísticamente significativos, ya que no fue posible controlar las variables del experimento, tuvimos demasiada variabilidad en la ejecución, aun así consideramos valiosos los siguientes resultados encontrados.

1. El 54% de los participantes “siente” la presencia del profesor cuando el robot se acerca, le mira y habla directamente.
2. El 63% considera que el uso del robot complementa el uso de pantallas de televisión para videoenlace.
3. El 87% considera aceptable el uso del robot cuando el profesor este ausente por viaje, enfermedad, etc.
4. El 16% se inscribiría en un curso semestral utilizando solamente el robot.
5. El 71% considera que el tiempo máximo que le puede poner atención al robot es 60 minutos.
6. El 46% de los alumnos que asistieron a más de tres sesiones con el robot indican que gradualmente le pierden la atención, es decir deja de ser novedad.
7. El 13% opina que cualquier materia puede ser impartida con el apoyo del robot. Es decir no es útil para todas las materias.
8. El 29% opina que logra el mismo aprendizaje trabajando con el robot que con el profesor de manera presencial.
9. El 83% considera indispensable la presencia de una persona auxiliar en el salón.
10. El 26% considera viable el uso del robot en materias con alto contenido numérico.

Como parte de los resultados y, además, como evidencia del trabajo realizado tenemos un video publicado en YouTube con el nombre de "Profesor Avatar", el cual a la fecha tiene cerca de 1,000 reproducciones y ha sido visto en 37 países.

<http://www.youtube.com/watch?v=6m37J9UV2zc>

## 5 Conclusiones

La tecnología en la educación es, en el siglo XXI, un elemento indispensable. Es importante resaltar que la tecnología no es un sustituto sino un complemento. La evolución de la educación a distancia nos ha llevado hasta el uso, por primera vez un una clase formal a nivel universitario, de un Robot de Telepresencia denominado “Profesor Avatar”. El trabajo aquí mostrado es solamente un primer intento de aplicación de esta tecnología en el aula. Los autores somos conscientes que falta mucho por trabajar y que, este reporte se presenta solamente a manera de divulgación, esperamos que otros investigadores en el mundo continúen este trabajo, le den formalidad y rigor científico y, con la acumulación de experiencia y conocimiento, podamos como una gran comunidad aprender el mejor y mayor uso del robot de telepresencia como un excelente auxiliar para la docencia superior.

Por nuestra parte, estamos trabajando ya en un complemento adicional para la educación a distancia que es la proyección holográfica 3D. Creemos que integrando las tecnologías existentes: Videoconferencia, Robot de Telepresencia y Proyección Holográfica Tridimensional, podemos armar un paquete tecnológico que permita suplir de manera muy aceptable la ausencia física del profesor en el aula. Además, creemos que en el futuro cercano así será y, nosotros queremos ser de los primeros en el mundo en experimentar y lograr resultados exitosos.

## 6 Referencias

- [1] Universidad Tec Virtual, “Home Page-Historia”, <http://www.tecvirtual.mx/conocenos.html?var=historia>, visitado 03/07/2013.
- [2] Tecnológico de Monterrey, “Home Page-Historia”, <http://www.itesm.mx/2015/>, visitado 28/06/2013.