

# DISEÑO Y DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO HAPTICO CON APLICACIONES PARA ENTORNOS EDUCATIVOS

**Héctor H. CORTÉS**

Facultad de Telemática, Universidad de Colima  
Colima, Colima – 28040/ México

**Miguel A. GARCÍA**

Facultad de Telemática, Universidad de Colima  
Colima, Colima – 28040/ México

**Ricardo ACOSTA**

Facultad de Telemática, Universidad de Colima  
Colima, Colima – 28040/ México

**Pedro C. SANTANA**

Facultad de Telemática, Universidad de Colima  
Colima, Colima – 28040/ México

## RESUMEN

Se ha decidido emprender un trabajo de investigación que se centra primordialmente en el análisis de los distintos dispositivos que le permiten al ser humano interactuar con un mundo virtual, para posteriormente emprender la tarea de diseñar y desarrollar un dispositivo háptico que será enfocado principalmente a un escenario virtual llamado Realtown, el cual fue desarrollado en la Universidad de Colima por el Doctor Miguel Ángel García Ruiz y otros colaboradores con el propósito de promover la enseñanza del idioma inglés utilizando una tecnología muy popular entre los jóvenes estudiantes y que estará sirviendo como complemento al material tradicional que se emplea para impartir las clases del idioma inglés.

**Palabras clave:** Realidad Virtual, Háptica, Usabilidad, Estimulación en tiempo real.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los entornos de Realidad Virtual que existen en la actualidad son producto de las mejoras y avances que se han hecho sobre entornos que fueron creados en los inicios de la Realidad Virtual. Por este hecho, ha surgido la necesidad de que para cada escenario o producto que involucre tecnología de realidad virtual se diseñen los aditamentos indispensables para su correcta operación, éstos bien pueden ser sistemas operativos con las especificaciones suficientes para el entorno virtual o dispositivos periféricos que permitan al usuario tener una experiencia de interacción prácticamente real con un entorno virtual.

## 2. ANTECEDENTES

La Realidad Virtual se define como un espacio o ambiente tridimensional gráfico, táctil, visual o auditivo (también llamado “mundo virtual”) generado por computadora, donde los usuarios pueden manipular su contenido y navegar en ese espacio utilizando aparatos especiales. El “mundo virtual” mencionado posee una característica fundamental: genera en el usuario el

efecto de inmersión, el cual hace sentir a la persona que se encuentra dentro del entorno virtual [11].

## 3. IMPORTANCIA DE LA USABILIDAD EN REALIDAD VIRTUAL

El concepto de usabilidad se refiere en cierto sentido a la facilidad con la que los usuarios manejan un sistema, producto o dispositivo, por lo tanto, la usabilidad, si la enfocamos a un entorno de realidad virtual, sería el grado de satisfacción o confort que una persona experimenta al momento de utilizar el sistema virtual [6].

Debido a que existe una cantidad indeterminada de variables a analizar en un sistema de realidad virtual, no hay un instrumento único para llevar a cabo la evaluación de la usabilidad, por lo que sería conveniente apoyarse en más de un instrumento con este propósito.

Si se toma un enfoque dirigido al dispositivo háptico – háptica es el uso del sentido del tacto para percibir información e interactuar en un ambiente de Realidad Virtual- que se pretende diseñar y desarrollar, el instrumento de evaluación de la usabilidad que más se acoplaría sería el de la Evaluación Heurística. Este método consiste en solicitar a varios expertos en interfaces aplicadas a tecnologías de información que analicen de manera individual el dispositivo háptico en su totalidad, para que después generen una opinión personal extensa acerca de los puntos considerados durante la evaluación [5]. Cada experto podría presentar de manera oral su opinión final, durante este proceso el responsable de diseñar el dispositivo háptico llevaría a cabo una entrevista en donde cuestionaría al experto acerca de sus percepciones generales respecto al dispositivo. También, cada experto puede entregar un reporte escrito donde se detallan las opiniones acerca de todos los puntos evaluados en la interfaz proporcionada, que en este caso será el dispositivo háptico desarrollado.

Es importante que cada experto lleve a cabo la evaluación heurística de manera individual para obtener mejores resultados, por lo que será imprescindible que las opiniones generadas por cada uno de los evaluadores no sean conocidas por los demás expertos hasta que todos hayan finalizado su propio análisis heurístico.

#### 4. REALIDAD VIRTUAL Y EDUCACIÓN

Una de las vías importantes de desarrollo de la realidad virtual se encuentra en la extensa área de la educación. Estudios diversos han demostrado que los estudiantes pueden aprender de mejor manera si interactúan directamente con sus temas de estudio a través de un sistema de realidad virtual. Las mismas sensaciones positivas que se presentan en una persona al momento en que está jugando un videojuego virtual, las puede experimentar esa misma persona utilizando un entorno virtual con fines académicos.

El principal objetivo de canalizar la atención de los estudiantes a sus temas de estudio a través de un mundo virtual es aprovechar de mejor manera las capacidades de los educandos, ya que gran cantidad de investigadores que se dedican al estudio del déficit de atención en alumnos de las escuelas alrededor del mundo concluyen que los estudiantes no se ven tan atraídos por los métodos e instrumentos convencionales que utilizan las instituciones educativas para impartir las clases [1].

Por esta razón, sería hasta cierto punto lógico que si se intenta impartir clases a través de entornos virtuales similares a los videojuegos –los cuales absorben una gran cantidad de tiempo de los estudiantes–, la atención de los alumnos aumentaría de manera interesante, y como consecuencia de esto, el desempeño obtenido en clases mejoraría de la misma forma.

La Realidad Virtual apoyada por sistemas de cómputo eficiente, ofrece tres procesos significativos que pueden optimizar la formación tanto de alumnos como de profesores, estos procesos son:

**El procesamiento de información:** involucra las capacidades intelectuales tales como: recordar, calcular, leer, escribir y establecer relaciones entre las cosas. En este sentido, la computadora facilita la realización de estas tareas en forma más eficiente.

**La interacción:** La interacción humana se realiza mediante la comunicación o el intercambio de significados mediante mensajes. La interacción tiene como base el diálogo y el contacto, el cual contiene una gran riqueza de estímulos. El uso de la realidad virtual (RV) puede favorecer los estímulos en la interacción. Combinar estos elementos permite al estudiante establecer un diálogo con la computadora, ejercer control sobre ella y recibir estímulos de varios sentidos sensoriales.

**La comunicación:** puede ampliarse con el uso de la computadora como mediadora de la comunicación entre muchas personas con gran interactividad, el correo electrónico y las videoconferencias son un ejemplo de ello [4].

Sin embargo, sería imprudente pensar y, peor aún afirmar que las tecnologías de realidad virtual suponen una solución absoluta a los problemas de aprendizaje de los estudiantes, ya que el funcionamiento de un entorno virtual puede generar

resultados distintos en los alumnos debido a factores como la cultura, idioma o simplemente las preferencias que ellos tengan; además, es muy posible que un entorno virtual que funciona con un grupo de estudiantes no funcione con el mismo grupo de alumnos si el contexto educativo (digamos, la asignatura) es distinto.

#### 4.1. ENTORNO VIRTUAL EDUCATIVO REALTOWN

En la Universidad de Colima, el profesor-investigador Miguel Ángel García Ruiz, en conjunto con otros colegas, ha desarrollado un sistema de realidad virtual llamado RealTown, este sistema ha sido diseñado principalmente para promover el aprendizaje del idioma inglés por medio de la simulación de la realidad y ofreciendo un ambiente rico en estimulación a los estudiantes que lo utilicen.

Para entender de mejor manera el funcionamiento del entorno virtual Realtown es necesario comprender el concepto de “Entorno de Realidad Virtual Colaborativo” (CVRE, por sus siglas en inglés), el cual es un ambiente virtual compartido donde los usuarios pueden comunicarse entre ellos en tiempo real, por medio de un chat, voz sincrónica y, también cuentan con la opción de navegar por todo el entorno disponible.

Dentro del entorno virtual, cada persona es representada por un *avatar* (término hindú que significa encarnación de un dios), el cual es una personificación gráfica que refleja los gestos y se comporta de manera similar al usuario real, pudiendo incluso contar con una voz proporcionada por la misma persona real [10].

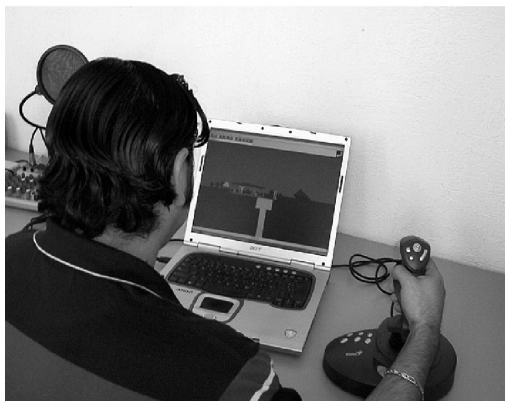
Los creadores de este entorno partieron de la hipótesis de que es posible trasladar los beneficios que presenta un sistema de realidad virtual de inmersión total, en donde el usuario utiliza equipo especialmente diseñado para interactuar con el sistema en un entorno virtual que se puede acoplar al típico salón de clases y que al mismo tiempo sea parcialmente inmersivo.

Realtown es un CVRE que incluye una ciudad completa con edificios reales, supermercado, escuelas, farmacia, etcétera. Esta ciudad virtual también contiene sonidos de fondo que pueden ser reproducidos y escuchados por medio de audífonos o bocinas de alta fidelidad para incrementar el realismo. Algunos de estos sonidos abarcan ruido de tráfico, niños jugando, sirenas, y demás ruidos de ambiente comunes en una ciudad real [7].

El aspecto más interesante de Realtown es que permite a los estudiantes percibir e interpretar de manera simultánea tres distintos tipos de estímulos que son integrados al proceso de aprendizaje: visual, auditivo y kinestésico.

Actualmente, los desarrolladores de Realtown están llevando a cabo estudios de usabilidad para medir la eficiencia, eficacia y la satisfacción del usuario respecto al sistema; además, se están evaluando también los aspectos colaborativos de aprendizaje relacionados con la interacción del estudiante.

En la figura 1 se aprecia a un estudiante de la Universidad de Colima navegando dentro del entorno virtual Realtown por medio de un joystick convencional.



**Figura 1.** Alumno de la Universidad de Colima navegando en el entorno Realtown con un joystick genérico.

## 5. HÁPTICA, FACTOR IMPRESCINDIBLE EN LOS SISTEMAS DE REALIDAD VIRTUAL

Se le denomina háptica a las percepciones táctiles que se realizan de manera activa y voluntaria, de modo que es necesario el uso propositivo de dedos y manos durante el descubrimiento de objetos en nuestro entorno para poder afirmar que se está usando el sentido háptico [2].

La definición anterior puede generar confusión respecto a otro concepto, que es el tacto, la diferencia es que este último sucede de dos maneras: activa (háptica) o pasiva.

Por lo general, el concepto de háptica se usa para referirse específicamente al sentido del tacto; sin embargo, una percepción háptica está relacionada con el sentido del tacto ya mencionado y a la sensación o percepción que una persona tiene en relación al movimiento de su cuerpo, la cual es denominada kinestesia [9].

Un dispositivo háptico es más complicado de fabricar que los dispositivos visuales o auditivos, ya que el sistema háptico del cuerpo humano es bidireccional; es decir, no solamente siente al mundo (los objetos que nos rodean), sino que también lo afecta; por ejemplo, cuando una persona toca un objeto, por lo general ese objeto tiende a moverse, por consiguiente, cambia de posición, estos dos eventos no suceden con los sentidos de la vista y el oído [3].

Debido a las características del sentido háptico, se puede deducir que cualquier dispositivo háptico que se desee desarrollar deberá tener contacto continuo con el usuario, ya que no es posible que una persona reciba un estímulo de su sentido háptico a distancia.

La principal consideración al momento de crear un dispositivo háptico para el entorno virtual Realtown es que precisamente se tendrá que limitar (el dispositivo háptico) a las tareas, acciones y movimientos exclusivos del entorno virtual. Una vez definidos estos parámetros se puede proceder a la manufactura del dispositivo, tomando también en cuenta los instrumentos de evaluación de la usabilidad del dispositivo [3]. En caso de que no se limiten las actividades a realizar con el dispositivo háptico, será prácticamente imposible desarrollarlo.

Otro factor importante, es que se debe buscar la manera en que el dispositivo háptico a ser fabricado genere estímulos en el

usuario para crear una interacción más real con un mundo virtual. Se ha pensado que estos estímulos se pueden generar a través de vibraciones generadas por acciones específicas dentro del entorno virtual, también se ha considerado la opción de que el dispositivo háptico “hable”, esto se pretende lograr asignando frases predeterminadas por medio de audio digital y dotando de una bocina (por ejemplo) al dispositivo, con la finalidad de que el usuario escuche frases que retroalimenten su experiencia en el mundo virtual. De esta manera, se estaría estimulando tanto el sentido del tacto como el del oído de la persona que interactúa con el entorno Realtown o con cualquier sistema de realidad virtual similar, como lo es “Second Life” o “There”

## 6. TRASCENDENCIA DE LA PROPUESTA

Los jóvenes estudiantes de la actualidad pasan mucho tiempo usando entornos de realidad virtual que generalmente se relacionan con actividades de ocio, lo cual es un factor (entre muchos otros) que ocasiona una baja en su aprovechamiento escolar y, en vista de que han existido intentos fallidos de evitar que esto siga ocurriendo, se decidió hacer uso de la realidad virtual pero ahora con un enfoque totalmente distinto, como lo es la enseñanza-aprendizaje del idioma inglés [8].

Aprovechando que el sistema de realidad virtual Realtown se encuentra ya en etapas avanzadas, es conveniente contar con el hardware necesario para obtener un mejor rendimiento, y precisamente de esta necesidad surge la propuesta de este proceso de investigación.

Se tiene la idea a largo plazo de que el entorno Realtown pueda formar parte del contenido programático de las asignaturas de inglés que se imparten en la Facultad de Telemática de la Universidad de Colima, no sin antes llevar a cabo minuciosos estudios que demuestren que sería provechoso hacerlo.

Debido a que en la Universidad de Colima se llevan a cabo proyectos y otras actividades concernientes al tema de realidad virtual y tomando en cuenta que existe material disponible que se puede usar en esta investigación, se ha decidido emprender el desarrollo de la misma.

## 7. ÁREAS DE TRABAJO FUTURO EN EL SISTEMA REALTOWN

Un aspecto que hace falta desarrollar dentro del entorno virtual Realtown es precisamente el de la usabilidad, ya que a pesar de que varios estudios a este respecto han sido llevados a cabo por los responsables del proyecto, aún no se cuenta con un dispositivo háptico que permita una interacción con Realtown y que sea evaluado por algún instrumento altamente confiable. Por esta razón, se decidió emprender la tarea de diseñar un dispositivo que esté totalmente enfocado a Realtown y que además sea práctico para los usuarios.

## 8. CONCLUSIONES

Una vez que el dispositivo háptico propuesto en este artículo sea integrado al sistema de realidad virtual Realtown, se podrá apreciar los beneficios en lo que a la enseñanza del idioma inglés en instituciones educativas se refiere. Los resultados positivos que se han obtenido hasta el momento con estudiantes universitarios nos hacen pensar que el proyecto tendrá un impacto benéfico tanto para los estudiantes del idioma inglés

como para los profesores que lo imparten, por lo que existe un gran optimismo por parte de los autores, ya que la Universidad de Colima sería una de las primeras universidades en Latinoamérica en implementar un método de enseñanza –en este caso de la asignatura del idioma inglés- que aproveche las ventajas de las Tecnologías de Información y, específicamente, de los entornos de Realidad Virtual.

El trabajo aquí propuesto representa un tema de tesis de posgrado, el autor Héctor Hugo Cortés Dueñas es estudiante de la Maestría en Computación en la Facultad de Telemática de la Universidad de Colima. Los asesores de la tesis son el Doctor Miguel Ángel García Ruiz y el Maestro Ricardo Acosta Díaz, coautores del artículo.

## 9. REFERENCIAS

- [1] T. Ahonen and J. O'Reilly, **Digital Korea. Convergence of Broadband Internet, Virtual Reality and the Intelligent Home**, pp. 37-54, 2007.
- [2] S. Ballesteros, **Percepción háptica de objetos y patrones realzados: una revisión**. *Psicothema*, Vol. 5 (2), pp. 311-321, 1993.
- [3] L. Bussell, "Touch Tiles: Elementary Geometry Software with a Haptic and Auditory Interface for Visually Impaired Children", **EuroHaptics**, 2003.
- [4] C. Carlsson and D. Hagssan, "DIVE – multi-user virtual reality system, VRAIS", **IEEE Virtual Reality Annual International Symposium**, Seattle, Wa., pp. 394–400, 1993.
- [5] J. Carroll, *Human-Computer Interaction in the New Millenium*. **New York: ACM Press**, pp. 95-114, 2002.
- [6] X. Ferré, "**Principios básicos de usabilidad para ingenieros software**", en V Jornadas de Ingeniería de Software y Bases de Datos. Universidad politécnica de Madrid, Valladolid, España, 2000.
- [7] M. A. García, A. Edwards, S. El-Seoud, and R. Aquino, "**Collaborating and learning a second language in a Wireless Virtual Reality Environment**, **Int. J. Mobile Learning and Organisation**", Vol. 2, No. 4, pp. 369–377, 2008.
- [8] L. González, "**Desarrollo e implementación de un ambiente virtual para la comprensión auditiva de funciones lingüísticas del idioma inglés**". Tesis de Ingeniería en Telemática no publicada, Facultad de Telemática, Universidad de Colima, México, 2005.
- [9] ISO 9241-11, "Guidance on Usability ISO 9241-11 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 11: Guidance on usability". **International Organization for Standardization**, 1998.
- [10] T. Maldonado, **Lo Real y lo Virtual**. Barcelona: Gedisa, pp. 20-43, 1999.
- [11] W. Sherman and A. Craig, **Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design**. San Francisco: Morgan Kauffmann, pp. 177-300, 2002.