



## DISEÑO DE UNA EXPERIENCIA INTERACTIVA MULTIMEDIA EN EL ESPACIO UTILIZANDO SENSORES DE ULTRASONIDO

### Autores

Juliana Restrepo Jaramillo ([restrepojuliana@gmail.com](mailto:restrepojuliana@gmail.com))  
Roilan Darío Galeano ([rdgaleano@gmail.com](mailto:rdgaleano@gmail.com))  
Gonzalo Trujillo Silva ([gtrujillos@gmail.com](mailto:gtrujillos@gmail.com))  
Juan Fernando Franco Higueta ([juanferfranco@gmail.com](mailto:juanferfranco@gmail.com))

### Título en inglés

Design of interactive multimedia experience in the space using ultrasound sensors

### Tipo de artículo

Reporte de casos o experiencias

### Eje temático

Diseño interactivo

### Resumen

El objetivo del trabajo fue diseñar una experiencia multimedia interactiva en el espacio, para construir un procedimiento que permita elaborar este tipo de proyectos, entendiendo los roles de las diferentes disciplinas involucradas. Se diseñó un instrumento multimedia que traducía los movimientos de las manos, en melodías acompañadas de animaciones, utilizando sensores de ultrasonido. Se hallaron cuatro etapas: Indagación, creación, materialización y evaluación, que involucraron varios diseñadores gráficos, un programador y un ingeniero electrónico. Se concluyó que el diseño de una experiencia interactiva es un proceso en espiral que requiere la participación de un grupo interdisciplinario.

### Abstract

The objective of this work was to design an interactive multimedia experience in space, to build a procedure that allows creating these experiences, understanding the roles of different disciplines involved. A multimedia instrument was designed to translate the movements of the hands, into melodies and animations, using ultrasound sensors. Four steps were found: Inquiry, creation, development and evaluation that involved several graphic designers, a musician, a programmer and an electronic engineer. Interactive experience design is a spiral and interdisciplinary process.

### Palabras clave

Experiencia, interactivo, interdisciplinario, multimedia, sensor.



## Key words

Experience, interactive, interdisciplinary work, multimedia, sensor.

## Trayectoria profesional y afiliación institucional del autor o los autores

### Juliana Restrepo Jaramillo

Diseñadora gráfica de la Universidad Pontificia Bolivariana, especialista en diseño estratégico e innovación de la misma Universidad. Actualmente se desempeña como docente investigadora en el Grupo de Investigación en Diseño Gráfico, en la Línea de Interfaces.

### Roilan Darío Galeano

Diseñador gráfico de la Universidad Pontificia Bolivariana, con amplia experiencia en el diseño de sitios Web. Actualmente se desempeña como diseñador independiente y docente investigador en el Grupo de Investigación Educación en Ambientes Virtuales (EAV) de la UPB.

### Gonzalo Trujillo Silva

Ingeniero Químico de la Universidad Nacional de Colombia, con amplia experiencia en programación Web y multimedia. Actualmente se desempeña como programador independiente y docente universitario en la facultad de Diseño Gráfico de la UPB.

### Juan Fernando Franco Higueta

Ingeniero electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana, especialista en automática de la misma Universidad. Se desempeña actualmente como ingeniero de investigación y desarrollo, y docente en las facultades de Ingeniería Eléctrica/Electrónica y Diseño Gráfico de la UPB.

## Referencia bibliográfica completa

Restrepo y et al. (2009). Diseño de una experiencia interactiva multimedia en el espacio utilizando sensores de ultrasonido (Reporte de casos o experiencias) Revista Q, 3 (6), 15, enero-junio. Disponible en: <http://revistaq.upb.edu.co>

## Cantidad de páginas

15 páginas

## Fecha de recepción y aceptación del trabajo

24 de enero de 2009 – 22 de febrero de 2009

## Aviso legal

Todos los artículos publicados en REVISTA Q se pueden reproducir en otros medios de comunicación sin ánimo de lucro, siempre y cuando se cite la fuente completa: tanto los datos del autor del artículo como de la publicación. En medios con ánimo de lucro se debe contar con la autorización expresa del autor; en tal caso se debe citar la fuente completa de



la publicación original (incluyendo los datos del autor y los de la Revista).

\*\*\*

## Antecedentes

Una experiencia interactiva multimedia en el espacio es un nuevo tipo de interacción hombre-máquina basada en estilos de interacción no tradicionales como la realidad aumentada y virtual, la interacción tangible, la computación ubicua, la computación sensible al contexto, la computación móvil, entre otros (Jacob et al., 2008). Este tipo de experiencias están compuestas por una serie de estímulos audio visuales creados por un sistema de cómputo, en respuesta a la interacción con uno o varios usuarios, con fines lúdicos, educativos, informativos, persuasivos o combinaciones de estos.

Existen antecedentes de experiencias multimedia de este tipo desde hace mucho tiempo.

Tal vez la primera experiencia multimedia de la que se tiene noticia es el teatro de sombras. En ella se reúnen los elementos fundamentales de la multimedia: pantalla, luz, movimiento y sonido.

Se dice que este arte se originó en la China durante la dinastía Han, cuando los oficiales del Emperador Wu Han representaron a una de sus concubinas que había muerto, para dar cumplimiento a una orden suya de devolverla a la vida.



Teatro de las sombras

Otro antecedente interesante de las experiencias multimedia es la opera. En especial las obras de Richard Wagner (1813 - 1883). Estas son reconocidas por integrar temas musicales que enfatizan la actuación de los personajes principales, sus sentimientos y los hechos que se van desarrollando. Wagner también es reconocido por sus escenografías con elaborados mecanismos de tramoya para representar hechos como el incendio de un capitolio.



Cartel para espectáculo de Houdini

Entre 1880 y 1930 se desarrolla otra expresión interesante que vincula los elementos de la multimedia: El vaudeville. Este es un tipo de entretenimiento que parece haber nacido como la versión popular de las operas, conciertos de cámara y obras de teatro de la época. El Vaudeville consiste en una serie de actos que pueden incluir actores, películas cortas, músicos, bailarinas, animales entrenados, celebridades, acróbatas, y todo tipo de rarezas.

En los años treinta el inicio del cine sonoro inauguró de manera definitiva el matrimonio entre imagen y sonido. Sin embargo, antes de que el cine fuera hablado se hicieron algunos intentos para musicalizarlo, usando instrumentos en vivo, tal y como se hacía en la opera y el teatro.

Entre los treinta y los cuarenta los artistas abstractos se interesaron por un fenómeno llamado sinestesia, que eventualmente se presenta en algunas

personas, y que consiste en la audición de un sonido asociado a la percepción de un color. Vasily Kandinski fue uno de los artistas más interesados en este fenómeno, que deseaba reproducir con sus pinturas.

En los años sesentas nace el abuelo de la multimedia. El aparato "scopitone" que era capaz de almacenar hasta 36 películas. Estas podían reproducirse al seleccionar el botón correspondiente en el panel de control.

También en los setentas, el arte cinético exploraría las experiencias en el espacio haciendo uso del movimiento real y aparente. Con estas obras aparece la idea de un observador activo, que se relaciona con la obra en un juego de acción reacción. Uno de los artistas más interesantes de este movimiento es Julio Le Park, un argentino que explora



Scopitone - 1960





las sensaciones creadas por la luz en la obra y juega con los cambios en las superficies dependiendo del punto de vista del observador.



Julio Le Park "Continual-luz-  
móviles"  
1960 ? 1966

En los años ochentas comienzan a desarrollarse los medios para la realidad virtual. Uno de los artistas pioneros en este medio fue Jeffrey Shaw, quien realizó instalaciones interactivas. Una de las más famosas es "Legible City" en donde una persona recorre una ciudad formada por palabras al pedalear sobre una bicicleta. Este nuevo soporte instala la idea del observador que es a la vez participante.

En los últimos años, la forma como el ser humano se relaciona con los computadores y con otras personas ha cambiado radicalmente (Microsoft, 2008), emergiendo nuevos retos que hacen necesaria la conformación de grupos interdisciplinarios que afronten con creatividad y responsabilidad social los nuevos paradigmas.

Uno de los trabajos más interesantes de la actualidad

d en relación con las experiencias interactivas en el espacio, es el de la brasileña Rejane Cantoni. Mediante tecnología de punta, intenta simular modelos científicos y artísticos del espacio (1D, 2D, 3D, 4D). Sus trabajos exploran las posibilidades de interacción a través del tacto, el sonido, y la vista.



Rejane Cantoni "Op.era"

## Diseño de la experiencia

Hoy en día la tecnología para desarrollar este tipo de experiencias es cada vez más barata y fácil de conseguir. En otros países ya se han empezado a implementar con éxito estos desarrollos como medio para el mercadeo y el entretenimiento. Sus aplicaciones en el área de la educación se asocian especialmente con la simulación. Sin embargo, en Colombia aun no se reconocen las potencialidades de este tipo de diseños y en especial, son escasos los espacios que permitan a los estudiantes comprender las dinámicas del trabajo interdisciplinario.

Este proyecto fue realizado en la facultad de diseño gráfico de la Universidad Pontificia Bolivariana por un grupo de estudiantes y profesores vinculados al módulo de interfaces gráficas, materia del ciclo profesional, durante el segundo semestre del 2007. Tuvo como objetivo familiarizar a los

estudiantes con las posibilidades de este de las experiencias multimedia en el espacio y desarrollar habilidades para el trabajo interdisciplinario. El proyecto duró tres semanas durante las cuales se construyó un procedimiento que permite elaborar este tipo de proyectos, entendiendo los roles de las diferentes disciplinas que participan.

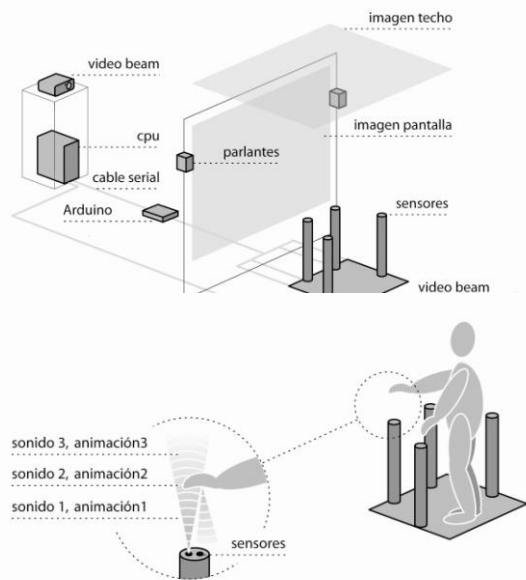


Fig. 2. Interacción con los sensores.

e imagen por sensor, coordinadas rítmicamente en el computador, ver Fig. 2.

El usuario ejecuta estos sonidos animados cambiando la altura de las palmas de sus manos sobre

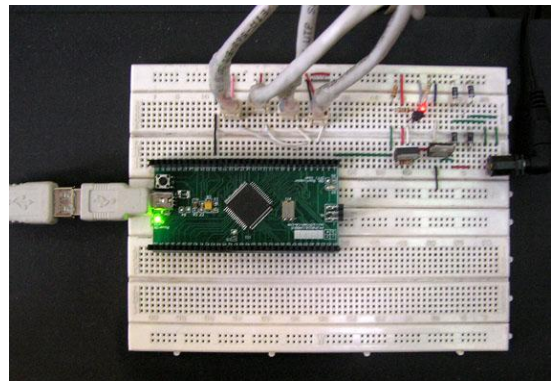
los cilindros. El resultado es parecido a un instrumento musical como un tambor o una conga, pero donde no se toca directamente el instrumento.

Los sonidos elegidos fueron de dos tipos: seis de ellos corresponden a ritmos, y están asociados a fondos animados, mientras que otros seis corresponden a melodías, asociadas a objetos animados.

El concepto de las animaciones es lo "urbano". El sonido y la imagen se basan en la cultura *Hip Hop*. Técnicamente fueron realizadas en Adobe flash. Desde Flash se recogen los eventos de los sensores como si fueran eventos del teclado, en donde cada tecla corresponde a una animación y un archivo de audio. Todas las animaciones y objetos de audio están en el primer fotograma para que puedan usarse en cualquier momento.

La experiencia se dirigió a un público objetivo urbano desde los 6 años hasta una edad avanzada. Se pensó en todo tipo de personas con intereses rítmico musicales y capacidades de coordinación motora básicas.

Se utilizaron cuatro sensores de ultrasonido referencia *PING Ultrasonic Sensor* de la empresa Parallax, que se comunican con un computador Pentium 4 con dos gigas de RAM, corriendo Windows XP, a través de una tarjeta microcontrolada llamada "Arduino". Esta última, envía la información de los sensores a través del puerto serial del computador. Dichos datos son capturados por un programa (demonio) que inserta la información recibida en la cola de datos del teclado, permitiendo a las animaciones interpretar la información como eventos de teclado.



Tarjeta microcontrolada para el control de los sensores



## Resultados: Metodología de diseño

Se propone una metodología que consta de cuatro etapas: Indagación, creación, materialización y evaluación.

### Indagación

La fase de indagación tiene como propósito recaudar información que permita establecer acuerdos sobre el usuario de la experiencia y el problema u oportunidad de comunicación que surge de su análisis, los medios técnicos disponibles incluyendo el hardware y software, y el reconocimiento de algunos ejemplos ya existentes que ilustren estas posibilidades técnicas.

Para cumplir con estos propósitos, y teniendo en cuenta que los estudiantes nunca habían diseñado una experiencia interactiva, los profesores del modulo hicieron una breve introducción al concepto donde se mostraban ejemplos de experiencias interactivas semejantes a aquella que se esperaba desarrollar.

Los estudiantes fueron motivados a escoger un grupo de usuarios y observar su comportamiento. A partir de esta observación debían detectar problemas u oportunidades de comunicación. Los estudiantes encontraron que una oportunidad potencial era el interés de los jóvenes por la música, la rumba y las nuevas tendencias en video arte.

Teniendo la oportunidad detectada en mente, los estudiantes se reunieron con el ingeniero electrónico quien les explicó de forma básica el funcionamiento de un sensor y los diferentes tipos de sensores disponibles para el desarrollo de la experiencia. Previamente el ingeniero se había documentado sobre diferentes alternativas de comunicación entre los sensores y las aplicaciones en flash.

Paralelamente, los estudiantes se familiarizaron con las posibilidades del lenguaje de programación *Action Script* del *Adobe Flash* durante varias sesiones en compañía de un programador.





## Creación

La fase de creación tiene como propósito evaluar diferentes alternativas de diseño teniendo en cuenta los requerimientos de los usuarios y las posibilidades técnicas.

Para esta etapa, se programaron una serie de discusiones entre los diseñadores, el ingeniero electrónico, el programador, los profesores y estudiantes de diseño para generar alternativas de interacción acordes con la oportunidad planteada.

Este proceso se realizó varias veces, hasta que quedó clara una descripción básica de la experiencia a diseñar. La idea fue un instrumento musical que pudiera ejecutarse con el cuerpo, para generar un efecto multimedial y a la vez una especie de danza por parte del usuario.

A partir de esta descripción los estudiantes diseñaron dos alternativas de animación y sonidos para la experiencia. La primera tenía como referencia la cultura oriental y representaba paisajes naturales sobre los cuales ocurrían eventos como la lluvia, el vuelo de aves, el anochecer y el atardecer y otra que combinaba sonidos *Hip Hop* con imágenes urbanas como graffiti, calles, edificios, entre otros.



Muestra de la animación desplegada.



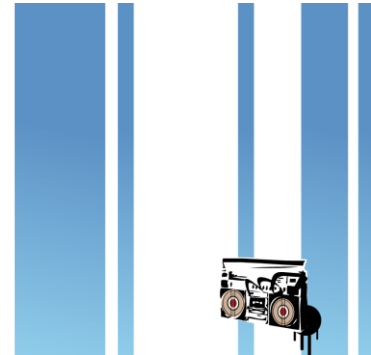
Mientras tanto, el ingeniero electrónico trabajaba en la implementación del hardware necesario para conectar los sensores al flash.

Los estudiantes también diseñaron un plano acotado de la distribución de los elementos en el espacio y unos listados de insumos a utilizar en el montaje.

### Materialización

En esta etapa se lleva a la realidad el montaje para verificar que el diseño de la experiencia sea funcional.

Se realizó un montaje de prueba en el que participaron todos los miembros del equipo. En este montaje se verificaron los factores que se habían pensado como hipótesis durante la etapa de creación.



Muestra de la animación desplegada.

Se corroboró la distancia necesaria para que los *videobeam* proyectaran una imagen del tamaño de la pantalla y que dicho tamaño fuera suficiente para crear un ambiente “envolvente”. También que la imagen del *videobeam* que proyectaría el techo no fuera interceptada por el usuario y como distribuir los cables para que no interfirieran en las proyecciones o en la circulación.



Se hicieron pruebas con varios tipos de tela para la pantalla (algodón, muselina y sintelín) y se concluyó que entre las alternativas probadas la mejor era el sintelín, por ser la que generaba menor pérdida de calidad en la retroproyección.

El espacio se "dibujó" con cinta de enmascarar en el piso, y los rangos y direcciones de los sensores fueron representados con cuerdas rojas, para determinar el mejor ángulo y su relación con el cuerpo del usuario.

Los estudiantes representaron los movimientos deseables para la interacción y se discutió cuales serian los mas naturales.

Las soluciones consideradas se basaron en las posibilidades técnicas de los sensores de ultrasonido y en criterios de usabilidad y ergonomía que faciliten esta actividad para los usuarios promedio.



Montaje de la experiencia en  
Ingeniar 2008.



Montaje de la experiencia en  
Ingeniar 2008.

es decir, los usuarios necesitaban ver a otras personas interactuando para comprender su funcionamiento.

Inicialmente se pensó controlar las animaciones con cualquier parte del cuerpo. Se consideró usar los pies como accionador, también basado en la distancia de estos con respecto a la pantalla y de igual manera las manos para accionar los eventos de manera simultánea con los pies. Con las manos se controlaría la melodía y con los pies el ritmo. Sin embargo, la forma redondeada de los pies dificultó las lecturas de los sensores, por lo que se descartó esta opción.

Dadas las limitaciones de los sensores para captar de manera plana los relieves del cuerpo, se definió usar las palmas de las manos, por tener una superficie mas plana y controlable. Su acción podía ser frontal o vertical, se eligió la vertical por facilidad de ubicación de los sensores.

## Evaluación

Una vez instalada la experiencia se permitió a los usuarios interactuar de manera autónoma. Se usaron las dos alternativas de animación, observando que los usuarios preferían la alternativa Hip-Hop por ser más lúdica. Se evidenció que la experiencia no era intuitiva a primera vista,





El hardware presentó problemas de robustez que causaban bloqueos esporádicos. Por otra parte, el programa que alimentaba la cola del teclado con los datos de los sensores, tenía problemas de integración con el sistema operativo y mostraba en ocasiones comportamientos erráticos, que hacían necesario reiniciar el sistema.

## Discusión

A partir del diseño de esta experiencia se evidenció la necesidad de incluir en el equipo de trabajo un diseñador industrial para apoyar el diseño de las estructuras que soportan los diferentes elementos de la experiencia y para que aporte en la comprensión de la ergonomía y antropometría del usuario.



Montaje de la experiencia en  
Ingeniar 2008.

Se espera continuar con este tipo de ejercicios, explorando diferentes sensores para comprender otras posibilidades y aplicaciones.

Para mejorar el desempeño y confiabilidad del hardware se diseñó una nueva tarjeta microcontrolada que emula un teclado USB y que reemplazará al "Arduino" en esta y en las próximas experiencias. Esta mejora permite que el hardware sea multiplataforma.

## Conclusiones

El diseño de una experiencia interactiva es un proceso en espiral que requiere la participación de un grupo interdisciplinario. Es importante desarrollar nuevas indagaciones que nos permitan entender la ergonomía aplicada a este tipo de experiencias, es decir, las relaciones más adecuadas entre la posición de los sensores, el espacio, el cuerpo de quien interactúa y su movimiento, para hacer que la interacción sea más cómoda e intuitiva.

Finalmente, es necesaria la coherencia entre todos los elementos sensoriales que constituyen la experiencia, (en especial entre movimiento y sonido) para facilitar la comprensión del mecanismo de interacción. Uno de los fenómenos que llama la atención, es que las personas asocian el sonido de *Hip Hop* con un movimiento horizontal de las manos semejante al usado por los "disc jockeys" sobre los discos, no con el desplazamiento hacia arriba y debajo de las palmas que es el propuesto, es posible que si la música hubiera sido de tambores, el movimiento hubiera sido mas



intuitivo.

Las experiencias interactivas, como la que se ha desarrollado, tienen un gran potencial en aplicaciones para el mercadeo, la educación o la lúdica, siguiendo con la tendencia actual que ha propuesto el Nintendo Wii.

### Agradecimiento

A profesora Myriam del Pilar Hernández y a los estudiantes: Esteban Vélez Mesa, Camilo Andrés Monsalve, Laurie Giselle Román Barranco, Carol Jaramillo Hurtado, Juan Camilo Ríos Vásquez y Mateo Toro Isaza.

### Bibliografía:

- Jacob, R., A. Girouard, L. M. Hirshfield, M.S. Horn, O. Shaer, E. T. Solovey and J.
- Zigelbaum (2008). Reality-Based Interaction: A Framework for Post-WIMP interfaces. On: Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems, Florence, Italy.

### Cibergrafía:

- Harry Houdini. Consultado en 2008-09-11. En línea en: <http://www.houdinitribute.com/biography.html>
- Julio Le Park. Consultado en 2008-09-11. En línea en: <http://www.julioleparc.org/es/index.php>
- Microsoft (2008). Beinghuman\_a3.pdf. Consultado en 2008-09-11. En línea en: [http://research.microsoft.com/hci2020/downloads/BeingHuman\\_A3.pdf](http://research.microsoft.com/hci2020/downloads/BeingHuman_A3.pdf)
- Rejane Cantoni. Consultado en 2008-09-11. En línea en: <http://www.rejanecantoni.com/index.html>

### Revista Q

Revista electrónica de divulgación académica y científica  
de las investigaciones sobre la relación entre  
Educación, Comunicación y Tecnología

ISSN: 1909-2814

Volumen 03 - Número 06  
Enero - Junio de 2009

Una publicación del Grupo de Investigación Educación en Ambientes Virtuales (EAV),



adscrito a la Facultad de Educación de la Escuela de Educación y Pedagogía de la Universidad Pontificia Bolivariana, con el sello de la Editorial UPB.



<http://revistaq.upb.edu.co> – [www.upb.edu.co](http://www.upb.edu.co)

[revista.q@upb.edu.co](mailto:revista.q@upb.edu.co)

Circular 1a 70-01 (Bloque 9)  
Teléfono: (+57) (+4) 415 90 15 ext. 6034 ó 6036  
Medellín-Colombia-Suramérica