

# Modelo de desarrollo de aplicaciones móviles basadas en videojuegos para la navegación de personas ciegas

## Jaime Sánchez

Departamento de Ciencias de la Computación  
Centro de Investigación Avanzada en Educación (CIAE)  
Universidad de Chile  
Chile  
(56-2) 978-0500  
jsanchez@dcc.uchile.cl

## Luis Guerrero

Departamento de Ciencias de la Computación  
Centro de Investigación Avanzada en Educación (CIAE)  
Universidad de Chile  
Chile  
(56-2) 978-0500  
laguerre@dcc.uchile.cl

## Mauricio Sáenz

Departamento de Ciencias de la Computación  
Centro de Investigación Avanzada en Educación (CIAE)  
Universidad de Chile  
Chile  
(56-2) 978-0500  
msaenz@c5.cl

## Héctor Flores

Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad de Chile  
Chile  
(56-2) 978-0500  
hflores@c5.cl

## ABSTRACT

Existe una necesidad real de contar con sistemas para que personas con discapacidad visual mejoren las habilidades de movilidad y orientación, es especial para que los niños puedan mejorar su autonomía en el futuro. Sin embargo, estos sistemas deben ser diseñados acorde a los objetivos, metodologías y recursos disponibles, así como también considerando los intereses y formas de interacción de los usuarios finales. Este trabajo presenta un modelo de desarrollo para aplicaciones móviles, basado en videojuegos, con sus principales características, que considera distintos niveles de abstracción y distintas etapas en el diseño y desarrollo de sistemas que permitan mejorar habilidades de movilidad y orientación.

## RESUMEN

Existe una necesidad real de contar con sistemas para que personas con discapacidad visual mejoren las habilidades de movilidad y orientación, es especial para que los niños puedan mejorar su autonomía en el futuro. Sin embargo, estos sistemas deben ser diseñados acorde a los objetivos, metodologías y recursos disponibles, así como también considerando los intereses y formas de interacción de los usuarios finales. Este trabajo presenta un modelo de desarrollo para aplicaciones móviles, basado en videojuegos, con sus principales características, que considera distintos niveles de abstracción y distintas etapas en el diseño y desarrollo de sistemas que permitan mejorar habilidades de movilidad y orientación.

## KEYWORDS

Modelo de ingeniería de software, videojuegos móviles, videojuegos serios, movilidad y orientación

## INTRODUCCIÓN

Las relaciones espaciales en los primeros años de vida se establecen a través de la capacidad de situarnos en el espacio, utilizando distintas vías sensoriales y estrategias que nos

permitan asimilar e integrar la información que obtenemos del medio, transformándola en conocimiento significativo que utilizaremos a lo largo de nuestras vidas [2].

Desde muy temprano en nuestras vidas, la primera forma de contacto con el mundo que nos rodea es a través del movimiento. Cuando un niño explora y tiene contacto físico con su mundo es cuando el aprendizaje se lleva a cabo. Este principio fue estudiado ampliamente por Piaget y Bruner [26][27][62], quienes en sus estudios describen que en las primeras etapas el movimiento es una de las primeras formas de contacto con el entorno y la realidad que nos rodea.

En el caso de un niño ciego, en el período sensorio-motriz de su desarrollo aspectos tales como la permanencia del objeto será un concepto difícil de ser adquirido, puesto que la visión es el sentido que principalmente entrega información acerca de la presencia los objetos o las personas en un cierto lugar [2]. Para poder desarrollar esta habilidad en un niño con discapacidad visual es necesario que se le acompañe verbalmente en todos los movimientos que realiza. Primero se le explica la secuencia y luego se le ayuda a realizarla, reiterando esquemas de acción una y otra vez para que logre asimilarlo e interiorizarlo en su estructura cognoscitiva.

A diferencia de un niño que posee visión, en donde el movimiento surgirá a raíz de la curiosidad visual, el niño ciego carece de la experimentación visual, tal como verse en un espejo, ver a otras personas y relacionarse entre sí o sentir atracción visual hacia un objeto [23]. Al no existir esta posibilidad visual en el niño con discapacidad visual, de verse "atraído" por las cosas, su movilidad se verá disminuida, pues en una primera instancia el sonido no es capaz de transmitirle que existen cosas que puede tocar, lo que con el tiempo y un buen desarrollo de la percepción auditiva puede cambiar [23]. En consecuencia, todas las experiencias de un niño con discapacidad visual en relación a un niño vidente en las primeras etapas de su vida, no le permiten integrar de la misma manera sus experiencias táctiles, auditivas y cenestésicas [50]. De esta forma, su situación espacial puede ser mejor asimilada si se le provee de experiencias en las que pueda manipular los objetos y realizar contacto corporal con superficies duras (pared, suelo, etc.). En el caso de los niños con algún remanente visual, tienen la ventaja de que muchas veces este resto visual les permite

Sánchez, J., Guerrero, L., Sáenz, M., Flores, H. (2009). Modelo de Desarrollo de Aplicaciones Móviles basadas en Videojuegos para la Navegación de Personas Ciegas. En J. Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 5, pp. 177-187, Santiago de Chile.

conocer e incluso superar la percepción que tiene una persona con visión sobre los objetos y conceptos espaciales, ya que éstos serán de vital importancia en sus vidas al momento de implementar estrategias que le faciliten su orientación en el espacio y desplazamiento a través de éste [2].

En cuanto a la orientación, los niños con un déficit visual desde temprana edad deberán aprender y comprender que estar orientado es saber dónde se encuentran, y conocer la relación de su aquí con otros lugares del espacio. Deben aprender a establecer y utilizar puntos de referencia que les permitan saber dónde se encuentran ubicados en un momento determinado de su desplazamiento [41].

De esta forma, a pesar de que la carencia del canal visual evidentemente repercute en la obtención de información del medio y en el desarrollo de las nociones espaciales, ha quedado demostrado que el niño/a con ceguera o baja visión es capaz de desarrollar la orientación espacial al igual que un niño con visión [2]. La diferencia radica en la utilización de las demás vías sensoriales y en la necesidad de conocer de forma estructurada el entorno que les rodea, pudiendo generar esquemas mentales que le permitan desenvolverse en el entorno a través de la implementación de diversas estrategias que ellos mismos generen en la medida que sus capacidades espaciales aumenten y sus necesidades e intereses vayan determinando su necesidad de situarse en el espacio [2].

### **Movilidad y Orientación con Tecnología**

Existen variadas formas de ayudar a los usuarios con discapacidad visual para que logren un desplazamiento autónomo con el apoyo de tecnología. Una de ellas es asistiéndoles con ayudas tecnológicas *in situ*, con el fin de proporcionarles información adicional de contexto cuando se están desplazando, las que se conocen como tecnologías de ubicación. Estas tecnologías se pueden definir como cualquier ítem, equipamiento o sistema adquirido comercialmente, ya sea modificado o adaptado de manera tal que pueda ser usado para aumentar, mantener o mejorar las capacidades funcionales del usuario ciego [31]. Estas tecnologías utilizan diversos medios como RFID, IrDA, Bluetooth o WiFi, con los que se han diseñado y desarrollado diversas soluciones para el desplazamiento de estos usuarios [10][29][42][46][21][16]. Algunos proyectos entregan diferentes modos de interacción para usuarios ciegos usando dispositivos móviles, implementando modos de entrada a través del uso de comandos táctiles o de voz, cuya salida es provista a través de sonidos verbales y/o icónicos [9][38][35][37].

Bradley y Dunlop [3] consideran las diferencias de contexto donde el usuario ciego se desenvuelve, haciendo diferencia entre sistemas *indoor* y *outdoor*. El principal resultado considera que en los sistemas de ubicación para personas legalmente ciegas, se debe considerar tanto aspectos técnicos de la tecnología, como las diferentes formas en que los usuarios codifican la información espacial según el contexto en que se encuentran.

Otras soluciones de ayuda móvil para la movilidad y orientación de los usuarios legalmente ciegos aprovechan la lógica del ambiente en que se relacionan. Sánchez & Maureira [38] presentan mBN, un sistema de navegación para ser utilizado en una red de Metro. Sin necesidad de ningún otro dispositivo más

que un handheld de tipo PocketPC, el usuario puede obtener información de las estaciones y ciertas ayudas que le permiten un desplazamiento autónomo. Del mismo modo, el sistema AudioTransantiago [39] transmite información del entorno recorrido también con la ayuda de un PocketPC.

Existen diversas propuestas para ayudar a los usuarios ciegos en su movilidad y orientación en el entorno. Otro modo de ayudarlos a ser más autónomos es entrenándolos de forma virtual para luego aplicar esos conocimientos en el mundo real [47][48][49]. Existen estudios en que los usuarios ciegos utilizan un entorno virtual con el que pueden interactuar de forma táctil y auditiva en un espacio desconocido [14][15][20]. En los estudios de Lahav y Mioduser [14][15] se examina el logro de los usuarios en la representación cognitiva del espacio recorrido virtualmente y la capacidad que logran para aplicar esta representación en la realización de tareas en un espacio real. Los resultados muestran el éxito de la experiencia, donde los usuarios logran construir un mapa mental y luego aplicarlo en el mundo real.

### **Uso de Videojuegos para Apoyar el Aprendizaje**

Por lo general, los videojuegos son vistos solamente como herramientas de entretenimiento. Sin embargo, éstos también pueden ser utilizados como poderosas herramientas para el aprendizaje [28][51][52][53]. La nueva disciplina denominada DGBL investiga la relación entre aprendizaje y videojuegos. Sin embargo, la mayoría de los estudios y proyectos exitosos en esta área [44][45][54][55] se refieren a niños videntes, pero existe un claro nicho de investigación y aplicación de los videojuegos como apoyo al aprendizaje de habilidades en niños ciegos. El reciente desarrollo y avance de la tecnología permite la utilización de nuevos dispositivos (hardware), nuevos lenguajes de programación y herramientas (software), y nuevos sistemas de comunicación y localización que sólo están disponibles recientemente.

Diversos estudios señalan la relevancia que están tomando los videojuegos como apoyo al aprendizaje [56][57][58]. Entre otras cosas, los videojuegos proveen mayor interés por parte de los niños, en las actividades de aprendizaje, debido a su carácter lúdico e interactivo [57][58]. También las investigaciones indican que los videojuegos mejoran el desarrollo de ciertas estrategias fundamentales para el aprendizaje, como la resolución de problemas, el aprendizaje a través de secuencias, el razonamiento deductivo y la memorización, y en general, hacen más simple el trabajo cooperativo para resolver problemas y para aprender [17][13] [59][60][61].

Para que los videojuegos puedan apoyar eficientemente el aprendizaje, deben ser correcta y pertinentemente diseñados y desarrollados. Ello requiere adoptar algún proceso de desarrollo de software con efectividad probada. No obstante, en el área de la Ingeniería de Software son escasos los procesos que se adaptan a este tipo de desarrollo, donde además de los ingenieros de software concurra el *expertise* de profesores, psicopedagogos, diseñadores, sociólogos y otros expertos.

Es en este sentido que se hace necesario considerar un proceso de desarrollo de software tradicional, y adaptarlo a estas nuevas necesidades (niños ciegos, videojuegos móviles, aprendizaje de

movilidad y orientación), creando con ello un nuevo modelo de desarrollo.

Entonces, el objetivo de nuestro estudio ha sido proponer un modelo de desarrollo de aplicaciones móviles basadas en videojuegos para la navegación de personas ciegas, a partir de la adaptación, ampliación e integración de modelos existentes de ingeniería de software y de diseño, desarrollo y evaluación de aplicaciones móviles para el apoyo de la movilidad y orientación de personas ciegas [36][32][40][6][5][24][25] a este nuevo campo dentro de la ingeniería de software, relacionado con el diseño y creación de videojuegos con fines de aprendizaje para niños ciegos.

## METODOLOGÍA

Para diseñar el modelo que presentamos en este trabajo se tomaron como referencia otros modelos ya diseñados y desarrollados y validados por los autores. El primer modelo reutilizado es uno para el diseño, desarrollo y evaluación de aplicaciones móviles para el apoyo de la movilidad y orientación de personas ciegas [36][40]. El segundo modelo es uno de ingeniería de software para el apoyo en el desarrollo de aplicaciones móviles convencionales para el aprendizaje. Este modelo permite a los desarrolladores considerar aspectos críticos en el desarrollo de un videojuego funcional [24][25].

Luego de un análisis, reestructuración y generación de nuevos componentes, se generó un modelo completo de desarrollo de aplicaciones móviles basadas en videojuegos que integra aspectos de educación, ingeniería de software y cognición para mejorar las habilidades de movilidad y orientación de personas ciegas.

## MODELO DE DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES

Para el desarrollo de aplicaciones móviles basadas en videojuegos para mejorar habilidades de movilidad y orientación en usuarios ciegos, es necesario considerar tres procesos: (1) Definición de las habilidades cognitivas de navegación, (2) El proceso de ingeniería de software para el diseño y desarrollo de las aplicaciones, y (3) Un proceso de evaluación de las herramientas desarrolladas. Como se muestra en la figura 1, estos procesos deben ejecutarse de manera cíclica e iterativa. Esto genera un proceso global que va ajustando, de manera incremental, la herramienta tecnológica que se está desarrollando y los objetivos cognitivos relacionados a la navegación de los usuarios no videntes. A continuación se describen estos tres procesos.

### Habilidades Cognitivas de Navegación

Durante esta etapa se determina la totalidad de las habilidades de movilidad y orientación que se requiere apoyar: desarrollo perceptual, orientación espacial, motricidad, comunicación, conceptos básicos y técnicas de protección [11]. Estas habilidades son representadas por conductas y conocimientos que deben poseer los usuarios para efectuar una navegación autónoma.

Las habilidades a las que es posible apoyar según González [11] son: 1. En un nivel cognitivo, relaciones espaciales (percepción entre diferentes objetos y con la persona), organización espacial (organización de elementos), y puntos de referencia (objetos con

una ubicación determinada de forma permanente); 2. En un nivel sensorial, determinación de fuentes de sonido, clasificación de texturas; 3. En un nivel psicomotor, direccionalidad y lateralidad (capacidad de reconocer una dirección, alineando y manteniendo el cuerpo), tiempo de acción y reacción, eficiencia y eficacia de ruta.

Esta etapa es fundamental para poder iniciar el proceso de desarrollo de las herramientas tecnológicas. Aquí se identifican los problemas más importantes que se abordarán en el posterior proceso de Ingeniería de Software. Su principal objetivo es determinar la factibilidad de la solución y sus restricciones (técnicas y metodológicas). La solución propuesta dependerá del balance entre el contexto tecnológico y las habilidades de movilidad y orientación que se pretenden apoyar.



**Figura 1. Proceso global iterativo para el desarrollo de software para el desarrollo de habilidades cognitivas de navegación en personas con discapacidad visual.**

### Evaluación de Impacto

Dada la naturaleza de los usuarios con discapacidad visual, es complejo trabajar con muestras muy grandes de usuarios finales, principalmente cuando éstos son ciegos totales. Por este motivo generalmente la metodología sigue una lógica de estudio de casos, en que se involucra un análisis transversal y en profundidad de las instancias o eventos [43]. Al hacer un estudio de casos se elimina el requisito de trabajar con muestras aleatorias o contar con un número mínimo de sujetos [30].

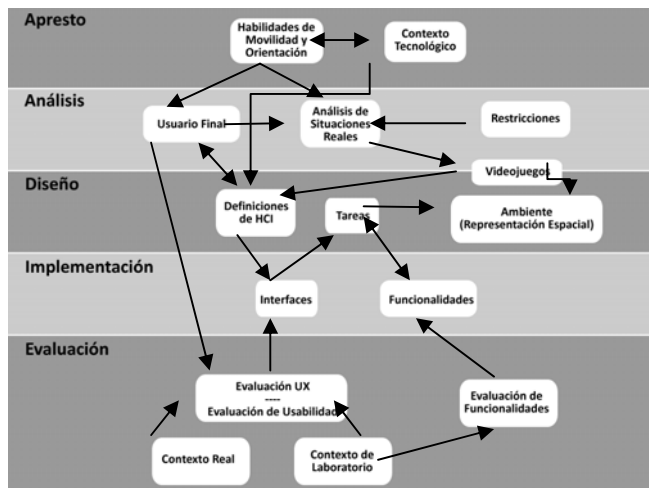
Aún con un estudio de casos, nos interesa conocer la ganancia en términos de aprendizaje (habilidades de Movilidad y Orientación, M&O) de puntajes pretest-postest como resultado del uso de la aplicación [4]. La variable dependiente corresponde a las habilidades de movilidad y orientación que se está estudiando. Básicamente este diseño responde a tres pasos: (1) Aplicación de un pretest, midiendo el comportamiento de la variable dependiente previo a la intervención; (2) Aplicación de la intervención, esto es, utilización del software para movilidad y orientación; y (3) Aplicación de un postest, midiendo el comportamiento de la variable dependiente después de la intervención.

Dependiendo del enfoque del software, son diferentes las habilidades de movilidad y orientación que se pueden estudiar en la evaluación de impacto de la aplicación [11]. Para identificar la orientación espacial se utilizan indicadores como “reconoce relaciones espaciales entre las habitaciones”, “reconoce la orientación cardinal de las habitaciones”,

“identifica la orientación espacial de objetos en la habitación” y “describe la orientación cardinal de los objetos en una habitación”. En la representación espacial, los indicadores son del tipo “representa el espacio recorrido”, “representa correctamente la habitación”, “representa los puntos cardinales correctamente” y “representa la presencia/ausencia de objetos en las habitaciones”. Finalmente, el conocimiento espacial se puede obtener utilizando indicadores como “identifica relaciones espaciales entre diferentes objetos”, “reconoce las murallas”, “reconoce las puertas en las habitaciones” y “retoma la ruta una vez que se desvía para esquivar un obstáculo”.

### Proceso de Ingeniería de Software

Con el objetivo de guiar a investigadores y desarrolladores en el proceso de Ingeniería de Software para el diseño y desarrollo de aplicaciones con la finalidad de mejorar las habilidades de movilidad y orientación en personas ciegas, se ha propuesto un modelo basado en las 5 capas tradicionales de desarrollo de sistemas: *Apresto*, *Análisis*, *Diseño*, *Implementación* y *Evaluación* (ver Figura 2).



**Figura 2. Modelo de desarrollo de aplicaciones móviles en contextos para desarrollo de habilidades de movilidad y orientación en usuarios no videntes**

Las componentes de este modelo fueron definidas en base a un modelo previo de diseño de desarrollo de aplicaciones móviles para resolución de problemas con personas ciegas [36] y un framework para el diseño de aplicaciones móviles colaborativas usando elementos contextuales [1]. El primer modelo representa las etapas necesarias a considerar en el desarrollo de aplicaciones móviles para personas ciegas, describiendo las 4 componentes que lo definen: *Modelamiento*: Representa el contexto real que será representado en el dispositivo móvil. *Development*: Define el proceso de desarrollo del software considerando las interfaces (hápticas y audio) con las que el usuario ciego interactúa. *Análisis*: Proceso en el cual se definen las metas cognitivas y las tareas que los usuarios deberán realizar. *Validación*: Proceso en el cual se evalúa el desempeño de los usuarios ciegos en las tareas de movilidad y orientación definidas, para así ajustar el sistema a la forma de interacción [36].

El framework en cambio, provee de un set de 3 fases que se proponen para ser consideradas en el desarrollo de aplicaciones móviles colaborativas. Estas fases son: *Apresto*: Se refiere a la comprensión del dominio del problema a resolver y cuyo objetivo es determinar la viabilidad de una solución y sus restricciones. *Análisis*: El objetivo de esta fase es refinar la comprensión del problema, a fin de determinar las restricciones de diseño y las necesidades no funcionales en relación a la organización del grupo y los contextos físicos. *Diseño Arquitectónico*: El objetivo de esta última fase es crear el diseño arquitectónico de la solución, considerando los requisitos no funcionales y las restricciones identificadas en las fases anteriores[1].

Así, tomando las componentes más importantes de ambas propuestas, hemos desarrollado un modelo por fases, para que desarrolladores generen aplicaciones móviles para personas ciegas que sirvan de apoyo para el desarrollo de habilidades de movilidad y orientación.

Cada componente de este modelo es presentada desde tres perspectivas: *Definición*: Explica en qué consiste este componente y qué se espera que suceda; *Actividades*: corresponden a las tareas que debe realizar, considerando los elementos de entrada y salida; y *Resultado*: explica de qué manera este componente afecta el diseño general de la aplicación a desarrollar.

### Fase de Apresto

Durante esta fase se determina la factibilidad del desarrollo de la aplicación. En nuestro modelo, la información relevante debe ser obtenida en la etapa Habilidades Cognitivas de Navegación (ver Figura 1), información que sirve de entrada para esta fase de apresto.

#### CONTEXTO TECNOLÓGICO

##### Definición

Se refiere a la tecnología disponible en el mercado para dar soporte a posibles soluciones tecnológicas para el desarrollo de la movilidad y orientación. En particular, debe estar claro el problema a abordar (lo que se define en Habilidades de Movilidad y Orientación) y sobre esto se puede definir la tecnología más pertinente que se utilizará. Para ayudar a tomar la decisión, es necesario considerar, al menos, las siguientes preguntas:

- ¿Es necesario utilizar tecnología para acompañar y apoyar al usuario?
- ¿De qué manera se entregará feedback al usuario?
- ¿De qué modo se realizará la interacción con el usuario (considerar dispositivos especiales, como joystick, gamepad u otros)?
- ¿Es necesario utilizar tecnología inalámbrica? ¿Cuál?
- ¿Qué es lo que realmente se requiere desarrollar? ¿Qué tecnología soporta las posibles soluciones abordadas?
- ¿Qué tipo de desarrollo estará asociado para generar la solución?
- ¿Qué herramientas de desarrollo (software) se necesitan para usar la tecnología asociada?

- ¿Qué tecnología (hardware) es necesaria para poder llevar a cabo este desarrollo?

#### **Actividades**

- Análisis de tecnologías disponibles.
- Análisis costo/beneficio de estas tecnologías.
- Definir la tecnología con la cual se pueden desarrollar los prototipos.

#### **Resultado**

Estas actividades definirán las líneas tecnológicas del diseño y la implementación. Como resultado se obtendrá información sobre qué dispositivos tecnológicos se utilizarán, qué herramientas de desarrollo, y las restricciones de recursos que se tendrán para desarrollar las habilidades de M&O.

### **HABILIDADES DE MOVILIDAD Y ORIENTACIÓN**

#### **Definición**

Esta etapa tiene como objetivo definir claramente cuáles son las habilidades de M&O efectivas que podrán ser apoyadas por el sistema a desarrollar.

#### **Actividades**

Listar habilidades M&O a desarrollar según la tecnología disponible.

#### **Resultado**

Permite asegurar al equipo de desarrollo que el sistema será robusto, en cuanto a que integrará efectivamente los conceptos de M&O sobre los que se quiere trabajar. Además se quiere identificar el impacto en los usuarios finales.

#### **Fase de Análisis**

En esta etapa se realiza un análisis de los usuarios finales del sistema a desarrollar, así como las restricciones tanto internas como externas al proyecto. Es una etapa de consideración de las variables más significativas que interferirán en el diseño y el desarrollo. Se debe hacer una descripción al contexto físico en el cual el usuario usará el sistema a desarrollar. El objetivo de esta fase es comprender claramente cuál es el problema a resolver (requisitos funcionales y no funcionales de la futura herramienta).

A continuación se describen las tareas que deben ser realizadas para obtener la información necesaria para completar esta fase.

### **ANÁLISIS DE SITUACIONES REALES**

#### **Definición**

Se debe analizar en qué contextos reales se podrían desenvolver los usuarios dadas las habilidades de movilidad y orientación que se quieren apoyar, y considerando los problemas que se presentan en el ambiente para poder realizar tareas de navegación, tomando en consideración un perfil completo del usuario que utilizará el sistema.

#### **Actividades**

- Identificar problemas de M&O de los usuarios en diferentes contextos reales.
- Se deben contestar, al menos, las siguientes preguntas:
  - ¿Qué problemas generales de navegación tienen los usuarios en la vida diaria?
  - ¿Cómo solucionan sus problemas regularmente?
  - ¿Siempre ocupan el mismo método de solución, o éste varía según el problema?
  - Si están solos en algún lugar desconocido, ¿Qué método de orientación utilizan?
  - Si quieren tomar rutas alternativas, ¿Cómo proceden?
  - ¿El bastón es suficiente para brindarles apoyo?
  - ¿Cómo influye el contexto (ambiente cotidiano) en sus problemas de M&O?
  - ¿Es lo mismo enfrentarse a un espacio cerrado que a uno abierto? Explicar.

#### **Resultado**

Se definen específicamente los tipos de problemas de navegación en contextos reales de los usuarios.

### **USUARIO FINAL**

#### **Definición**

Se especifican las características de los usuarios a nivel cognitivo (M&O), modelo mental, grado de visión y sus variables descriptivas más importantes.

#### **Actividades**

- Se aplican instrumentos para medir su nivel de desarrollo en M&O.
- Se registran datos descriptivos del aprendiz.

#### **Resultado**

Se define específicamente el usuario final, lo que posteriormente permitirá el análisis de cómo interactúa con el sistema. Permite que las herramientas a desarrollar sean más efectivas y pertinentes.

### **RESTRICCIONES**

#### **Definición**

Se definen todas las restricciones que deben ser consideradas para que el usuario pueda desarrollar correctamente las habilidades de M&O deseadas. Se especifican tanto las reglas de conducta del usuario usando la tecnología, como las conductas sociales involucradas.

#### **Actividades**

- Definición de movilidad en un contexto público.
- Se deben contestar, al menos, las siguientes preguntas:
  - ¿Hay reglas que deba respetar?
  - ¿Hay tiempos de espera o avance que el sistema y/o el usuario deban considerar para alcanzar eficientemente las habilidades de M&O deseadas?
  - Si es en la escuela, ¿Hay reglas definidas en ella que deba cumplir?

- Si es en el barrio, ¿Qué reglas se deben seguir en cuanto a la navegación?
- Cuando se está trasladando en un transporte público, ¿Qué reglas se deben seguir en cuanto a la navegación?
- ¿Cómo se debe comportar, en cuanto a su seguridad e integridad, un usuario ciego en el metro? ¿es necesaria alguna regla de comportamiento especial?
- ¿Cómo se debe comportar, en cuanto a su seguridad e integridad, un usuario ciego en un bus? ¿es necesaria alguna regla de comportamiento especial?
- ¿Cómo se debe comportar, en cuanto a su seguridad e integridad, un usuario ciego como peatón? ¿es necesaria alguna regla de comportamiento especial?
- ¿Cómo se debe comportar un usuario ciego en el contexto particular de su movilidad y orientación?

#### **Resultado**

Hace factible que la interacción del usuario con el sistema se realice sin alterar el contexto social, dejando a la interacción el desarrollo de las habilidades de M&O deseadas.

#### **VIDEOJUEGOS**

##### **Definición**

Esta componente, que se desarrolla entre la etapa del análisis y la etapa de diseño, permite definir cómo diseñar el sistema de apoyo a la M&O como un videojuego.

##### **Actividades**

- Definición de elementos didácticos y lúdicos de interacción con el sistema.
- Se definen elementos de atención y jugabilidad para el usuario.

##### **Resultado**

Permite que el sistema desarrollado tenga un perfil de videojuego.

##### **Fase de Diseño**

Durante las dos fases anteriores (Apresto y Análisis) se determinó la factibilidad del proyecto, y se comprendió claramente el problema, determinando los distintos tipos de habilidades de M&O que se querían apoyar, así como el tipo de usuario final. También se determinó que la herramienta de software tendría características de videojuego. Como está claro cuál es el problema (incluyendo requisitos funcionales y no funcionales), en esta fase se debe diseñar la mejor solución al mismo.

A continuación se describen las principales tareas que se deben realizar durante esta fase.

#### **DEFINICIONES DE HCI**

##### **Definición**

En esta componente se definen *guidelines* específicos sobre cómo deben ser diseñadas las interfaces y la interacción del sistema a desarrollar. Para determinar esto, se deben considerar las características de los usuarios finales, sus formas habituales

de interacción e intereses, incluyendo específicamente las características del sistema para que tenga una orientación lúdica tipo “videojuego educativo” [28] y destinada a desarrollar habilidades de M&O. Las consideraciones de los usuarios finales son provistas en la etapa de Análisis de la Situación Real, en que se definen los usuarios y sus necesidades (ver Figura 2). Debido a esta información que puede ser considerada en distintos contextos tecnológicos, es necesario incluir cómo el usuario no vidente interactúa con diferentes tecnologías [22]. Por ello, es necesario considerar diferentes tecnologías móviles y estáticas que pueden ser más o menos útiles en diferentes escenarios y acorde a las necesidades de los usuarios finales [12].

##### **Actividades**

Diseño de interacción y de interfaces de software. Se pueden utilizar prototipos y métodos generativos de diseño centrado en el usuario. Evaluar y aplicar con usuarios finales métodos de evaluación de usabilidad para el diseño, [36].

##### **Resultado**

Esta componente es una de las más relevantes ya que definirá cómo interactuará el usuario ciego con la tecnología basada en *guidelines* específicos del campo Interacción Humano-Computador (HCI). Esto nos asegurará que la tecnología facilitará un correcto desarrollo de las habilidades que se desean desarrollar.

#### **AMBIENTE**

##### **Definición**

Componente encargada de definir dónde será utilizado el sistema a desarrollar. Se basa en una representación abstracta del mundo real en el sistema. Esta representación se basa en objetos que contienen otros objetos y ayuda a entender qué elementos de la realidad son los que estarán presentes en el videojuego. Algunos trabajos previos utilizan una representación usando grafos de los puntos de objetos y puntos de interés en el desplazamiento en un entorno real [33].

La representación computacional del ambiente real deberá ser acorde a las tareas que deberán realizar los usuarios en el videojuego, es decir, deberá proveer de objetos que permitan la completitud de las tareas. Esta representación además deberá contener espacios y objetos que permitan desarrollar efectivamente las habilidades de M&O que se estudiarán.

##### **Actividades**

- Definición de elementos reales que tendrán su representación virtual.
- Definición de diagramas de clases asociados a la estructura del ambiente a representar en el videojuego.

##### **Resultado**

La definición de esta componente permite definir claramente qué elementos de las interfaces serán los que facilitarán el desarrollo de las habilidades M&O estudiadas. Permitirá además hacer el *mapping* entre la realidad y la representación virtual.

## **TAREAS**

### **Definición**

Para un correcto desarrollo de las habilidades a estudiar es necesario que las tareas que se definan tanto a nivel de ambiente real (si el sistema es móvil por ejemplo) como del software, permitan que el niño use la orientación y el desplazamiento por medio del videojuego. Esto es esencial para el tipo de habilidades que se desean desarrollar. Estas tareas deberán considerar elementos del medio ambiente real a representar. También proveerán líneas generales de cómo debería ser representado este ambiente.

### **Actividades**

- Definición de objetivos y actividades por cada tarea a realizar.
- Definir objetivos, procedimiento y tiempos de cada tarea.
- Definir instrumentos de evaluación para medir cumplimiento de tareas.

### **Resultado**

El desarrollo correcto de las tareas dirigirá correctamente el proyecto. Si las tareas se definen coherentemente, éstas serán un aporte para que las habilidades de movilidad y orientación se desarrollen correctamente en los usuarios que utilicen el sistema en proceso de diseño. Las tareas son un elemento clave para acompañar a los usuarios en sus actividades con la tecnología. Estas tareas pueden utilizar material concreto para que el usuario genere un modelo mental de la representación del mundo virtual desarrollado [19].

### **Fase de Implementación**

Al término de la fase de diseño se tiene claro cuál es el problema a resolver y cuál es la mejor forma de hacerlo. La tarea en esta fase consiste en desarrollar la solución diseñada en la fase anterior.

A continuación se describen las tareas que deben ser realizadas durante esta fase.

## **INTERFACES**

### **Definición**

En esta etapa del modelo se implementan las distintas interfaces que el usuario no vidente usará para desarrollar las tareas definidas. Estas interfaces pueden ser de distinto tipo: Audio [34], háptica [18] y multimodales [8]. Estas interfaces deberán incluir las características de los usuarios (provenientes de la componente Definición de HCI) y los elementos que hagan posible las tareas de movilidad y orientación.

### **Actividades**

- Se diseñan las interfaces considerando evaluaciones de usabilidad con usuarios finales o bien con expertos.
- Este proceso debe ser considerado en todas las etapas del desarrollo del sistema. Distintos métodos de evaluación de la usabilidad [36] pueden ser aplicados para cada una de estas etapas.

### **Resultado**

Las interfaces correctamente diseñadas facilitarán la interacción de los usuarios con el sistema desarrollado. También facilitará el proceso de desarrollo de las habilidades de movilidad y orientación.

## **FUNCIONALIDADES**

### **Definición**

Durante este proceso se definen las estructuras de datos y las funcionalidades específicas para el sistema a desarrollar. Esta componente toma las actividades de las tareas a realizar e implementa las funcionalidades necesarias considerando siempre que la completitud sea posible en cada una de ellas.

### **Actividades**

- Implementación de todas las clases diseñadas.
- Si el proyecto lo involucra, deberán implementarse los sistemas de comunicación correspondientes.

### **Resultado**

La correcta y eficiente implementación de las funcionalidades del sistema hará que las actividades que los usuarios realicen con la plataforma sean satisfactorias para el desarrollo de las habilidades de movilidad y orientación.

### **Fase de Evaluación**

Al término de la fase anterior, la herramienta (videojuego) ya ha sido implementada. Durante esta fase de testing se prueba la herramienta, para solucionar posibles errores y defectos (mantenimiento correctivo) y para modificar o mejorar el sistema (mantenimiento adaptativo).

Durante esta etapa se deben considerar las siguientes tareas.

## **EVALUACIÓN DE USABILIDAD**

### **Definición**

Con el fin de evaluar las interfaces utilizadas por el sistema desarrollado, se deberán aplicar evaluaciones de usabilidad específicas [36](cuantitativas y/o cualitativas), para asegurar que la interacción de los usuarios con el sistema sea adecuada y pertinente. Estas evaluaciones deberán ser realizadas con usuarios finales y utilizando las interfaces diseñadas.

### **Actividades**

- Evaluaciones iniciales de usabilidad. Aplicar métodos generativos de usabilidad.
- Evaluaciones periódicas en la implementación de las interfaces.
- Evaluación final de usabilidad con usuarios finales.

### **Resultado**

Este proceso de evaluación permitirá que la interacción de los usuarios con el sistema desarrollado considere su modelo mental, sus intereses y formas de interacción. El hecho de que las evaluaciones sean periódicas disminuirá sobre-costos por tener que rehacer código por problemas de interacción de los usuarios. Esto sigue la lógica de una metodología de diseño

centrada en el usuario, que es la que se adopta desde un principio en el diseño y desarrollo del sistema. La usabilidad nos permitirá conocer y validar las etapas previas del modelo en que se identifican los modos de interacción de los usuarios, sus problemas y modos de enfrentarlos.

## **CONTEXTO REAL**

### **Definición**

Durante el diseño de las interfaces del sistema a desarrollar es necesario considerar evaluaciones en el ambiente real. Estas evaluaciones pueden ser de carácter cuantitativo y/o cualitativo. La idea principal es que de estas evaluaciones salgan consideraciones relevantes en relación a cómo el usuario interactúa en el ambiente real, de manera que el sistema se ajuste a este tipo de interacciones.

### **Actividades**

Planificación e implementación de evaluaciones en los lugares donde el usuario podría utilizar potencialmente el sistema que se está desarrollando. Se pueden considerar lugares comúnmente utilizados por los usuarios, como por ejemplo, la escuela, el hogar, la plaza, o lugares comunes de tránsito.

### **Resultado**

Estas evaluaciones harán que el sistema se ajuste e incorpore las características del ambiente real en que finalmente el usuario utilizará el videojuego, y en donde finalmente se producirá la transferencia de aprendizaje. Esto ajustará las interfaces a los diferentes contextos en que se utilicen habilidades de movilidad y orientación. El problema de este tipo de evaluaciones es que, por un lado, la cantidad de variables de contexto que pueden interferir en ella puede ser un impedimento para determinar las dificultades que surgen (por ejemplo la cantidad de personas, ruido, etc.), y por otro lado, puede ser un proceso costoso debido a que implica movilizar a los usuarios a los contextos reales determinados.

## **CONTEXTO DE LABORATORIO**

### **Definición**

Con el fin de hacer una evaluación más controlada y acotada, es necesario realizar experimentos en un laboratorio para evaluar la usabilidad. Estas evaluaciones tendrán un carácter más focalizado y definirán rediseños específicos de las interfaces a desarrollar.

### **Actividades**

- Planificación e implementación de tests en laboratorio.
- Preparación de escenarios de evaluación, considerando la utilización de videos, grabadoras de sonido o bien captura de pantallas para el sistema utilizado.
- Tomar datos y evaluar, en lo posible estadísticamente, cómo los usuarios interactúan con los distintos componentes de la interfaz.

### **Resultado**

Este tipo de evaluación permite determinar rediseños específicos del uso del sistema. Permite, bajo un ambiente controlado, determinar cuáles son los problemas de interacción que el usuario tiene con el sistema desarrollado.

## **EVALUACIÓN DE FUNCIONALIDADES**

### **Definición**

Esta etapa del desarrollo validará si las funcionalidades del sistema desarrollado hacen lo que tienen que hacer. Se deberá realizar pruebas exhaustivas en laboratorio sobre el comportamiento del sistema bajo distintas condiciones de uso simuladas.

### **Actividades**

- Realización de test de esfuerzo de funcionalidades en el laboratorio.
- Si el sistema a desarrollar es para ser utilizado en un contexto móvil, el laboratorio deberá recrear las situaciones de la forma más real posible.

### **Resultado**

Esta evaluación permitirá probar si las funciones implementadas realmente permiten que el usuario utilice el sistema desarrollado.

## **CONCLUSIONES**

En este trabajo se presenta y describe un modelo de diseño, desarrollo y evaluación de aplicaciones móviles basadas en videojuegos, para que usuarios con discapacidad visual mejoren sus habilidades de movilidad y orientación.

Se realizó una revisión teórica de los conceptos de movilidad y orientación, del uso de tecnología para este objetivo, así como también sobre el uso de videojuegos para apoyar el aprendizaje. Luego, se presentó el modelo propuesto, sus distintas etapas e impacto en el proceso de desarrollo.

Nuestra experiencia previa en el diseño de modelos de desarrollo para software educativos para ciegos [36], nos indica lo importante que es proveer de herramientas de diseño y desarrollo para este tipo de sistemas. Esto mejora considerablemente la pertinencia, aceptación y uso de los sistemas por parte de los usuarios finales.

El desarrollo temprano de habilidades de movilidad y orientación en niños ciegos es fundamental para su desempeño en la navegación en ambientes desconocidos de manera autónoma. Al mismo tiempo, la comprensión del espacio y el desarrollo de la movilidad y orientación, no sólo les permitirá llevar a cabo el desarrollo psicomotriz acorde a su edad, sino que también tendrán un nivel de aprendizaje en cuanto a su percepción y entendimiento del entorno. Es por esto que el modelo presentado puede ser un aporte fundamental para generar videojuegos de apoyo al desarrollo de habilidades de movilidad y orientación, generando innovadoras formas de mejorar este tipo de habilidades.

Como se presenta en el modelo, el usuario final asume un rol protagónico en el diseño de los sistemas, siendo así un diseño centrado en el usuario final. Su participación en las principales



etapas del desarrollo favorece la aceptación, un adecuado y pertinente uso de acuerdo a su modelo mental y reduce costos de rediseño asociados a problemas de interacción. Al final del proceso el usuario final no se encuentra con un sistema desconocido, sino que con una aplicación probada y evaluada por el mismo, que, por lo tanto, la usará y le será útil en su proceso de aprendizaje de habilidades de navegación.

En un trabajo futuro, se usará este modelo como base para el diseño de sistemas móviles para que usuarios ciegos mejoren sus métodos de desplazamiento, haciéndolos más eficientes, ayudándolos así a mejorar su autonomía en distintos ambientes cambiantes de la vida diaria. Con todo, estos sistemas basados en modelo ayudarán a mejorar la integración e inclusión de estos usuarios.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado en parte por el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología, Fondecyt #1090352 y el Proyecto CIE-05 Programa de Centros de Educación PBCT-Conicyt.

## REFERENCIAS

- [1] Alarcón, R., Guerrero, L. A., Ochoa, S., Pino, J. (2006). Analysis and Design of Mobile Collaborative Applications using Contextual Elements. *Computing and Informatics*, 25(6), pp. 469-496.
- [2] Arnáiz, P. (1994). Deficiencias visuales y psicomotricidad: teoría y práctica. Madrid: ONCE. Departamento de Servicios Sociales para Afiliados
- [3] Bradley, N., Dunlop, M. (2004). Investigating design issues of context aware mobile guides for people with visual impairments. *Proceedings of workshop on HCI in Mobile Guides Workshop at International Symposium, Mobile HCI 04*. Glasgow, UK. 13 September 2004, pp. 1-6
- [4] Campbell, D., Stanley, J. (1963). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Houghton Mifflin Company, July 13, 1963, p.7.
- [5] Collazos, C., Guerrero, L. A., Pino, J., Ochoa, S., Stahl, G. (2007). Designing Collaborative Learning Environments using Digital Games. *Journal of Universal Computer Science*, 13(7), pp. 1022-1032.
- [6] Collazos, C., Guerrero, L. A., Pino, J., Renzi, S., Klobas, J., Ortega, M. Redondo, M., Bravo, C. (2007). Evaluating Collaborative Learning Processes using System-based Measurement. *Journal of Educational Technology & Society*, 10(3), April 2007, pp. 257-274.
- [7] Coste, J. Puyuelo Sanclemente, M. (1980). *Las 50 palabras claves de la psicomotricidad*. Barcelona: Editorial Médica y Técnica.
- [8] Crossan, A. and Brewster, S. (2008). Multimodal Trajectory Playback for Teaching Shape Information and Trajectories to Visually Impaired Computer Users. *ACM Trans. Access. Comput.* 1, 2 (Oct. 2008), pp. 1-34.
- [9] Dowling, J., Maeder, A., Boldes, W. (2005). A PDA based artificial human vision simulator. *Proceedings of the WDIC 2005, APRS Workshop on Digital Image Computing*. Griffith University 2005, pp. 109-114
- [10] Gill, J. (2005) An Orientation and navigation System for Blind Pedestrians. <http://isgwww.cs.uni-magdeburg.de/projects/mobic/mobiruk.html> (Accesado Octubre 2009)
- [11] González, F., Millán, L., Rodríguez, C. (2003). Orientación y Movilidad. Apuntes del curso "Psicomotricidad, y Orientación y Movilidad para la persona con discapacidad visual", VII semestre Trastornos de la visión, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.
- [12] Guerrero, L. A., Ochoa, S., Pino, J., Collazos, C. (2006). Selecting Computing Devices to Support Mobile Collaboration. *Group Decision and Negotiation*, 15(3), May 2006, pp. 243-271.
- [13] Kirriemuir, J. and McFarlane, A. E. (2003) Use of Computer and Video Games in the Classroom. *Presentation to DiGRA*, Utrecht.
- [14] Lahav, O., Mioduser, D. (2008a). Haptic-feedback support for cognitive mapping of unknown spaces by people who are blind. *International Journal Human-Computer Studies* 66(1), pp. 23-35.
- [15] Lahav, O., Mioduser, D. (2008b). Construction of cognitive maps of unknown spaces using a multi-sensory virtual environment for people who are blind. *Computers in Human Behavior* 24(3), pp. 1139-1155.
- [16] Loomis, J., Marston, J., Golledge, R., Klatzky, R. (2005). Personal Guidance System for People with Visual Impairment: A Comparison of Spatial Displays for Route Guidance. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 99, pp. 219-232, 2005.
- [17] McFarlane, A.E. (2007) Online communities of learning – lessons from the world of games and play. In Andrews, R. and Haythornthwaite, C. (eds) (2007), *Handbook of Elearning Research*, London: Sage.
- [18] McGookin, D., Brewster, S., and Jiang, W. (2008). Investigating touchscreen accessibility for people with visual impairments. In *Proceedings of the 5th Nordic Conference on Human-Computer interaction: Building Bridges*. Lund, Sweden, October 20 - 22. NordiCHI '08, vol. 358. ACM, New York, NY, pp. 298-307.
- [19] Merabet, L., Sánchez, J. (2009). Audio-Based Navigation Using Virtual Environments: Combining Technology and Neuroscience. *AER Journal: Research and Practice in Visual Impairment and Blindness*, 2(3), winter 2009, pp. 1-12.
- [20] Murai, Y., Tatsumi, H., Nagai, N. & Miyakawa, M. (2006). A Haptic Interface for an Indoor-Walk-Guide Simulator. K. Miesenberger et al. (Eds.); *ICCHP 2006, LNCS 4061*, pp. 1287 - 1293, 2006
- [21] Na, J. (2006). The Blind Interactive Guide System Using RFID-Based Indoor Positioning System. In K. Miesenberger et al. (Eds.). *Lecture Notes in Computer*

- Science, LNCS 4061, pp. 1298–1305, 2006. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.
- [22] Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. New York: Academic Press Professional.
- [23] Nielsen, L. (1989). Oportunidades para el niño. *Relaciones espaciales en niños ciegos congénitos*. International Council for Education of the Visually Handicapped, 66, pp. 3-15 Christoffel Blinden Mission.
- [24] Ochoa, S., Alarcón, R., Guerrero, L. A. (2009). Understanding the Relationship between Requirements and Context Elements in Mobile Collaboration J.A. Jacko (Ed.): *Human-Computer Interaction, Part III, HCII 2009*, LNCS 5612, Springer-Verlag, pp. 67-76.
- [25] Ochoa, S., Pino, J., Guerrero, L. A., Collazos, C. (2006). SSP: A Simple Software Process for Small Size Development Projects. In S. Ochoa and G.-C. Roman (Eds.): *Advanced Software Engineering: Expanding the Frontiers of Software Technology*, IFIP International Federation for Information Processing, Vol. 219, Boston: Springer, pp. 94-107.
- [26] Piaget, J. (1954). *The construction of reality in children*. Nueva York: Basic Books.
- [27] Piaget, J. (1956). *The Child's Conception of Space*. London. London: Routledge and Kegan Paul, pp. 490.
- [28] Prensky, M. (2005), *Computer games and learning: Digital game-based learning*. In *Handbook of Computer Game Studies*, J. Raessens and J. Goldstein Raessens. The MIT Press. pp. 97-122.
- [29] Ran, L., Helal, A., Moore, E. (2004). *Drishti: An Integrated Indoor/Outdoor Blind Navigation System and Service*. In *proceedings of the Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications*, PerCom 2004, pp. 23-30.
- [30] Robert Y, (2003). *Case Study Research: Design and Methods*, Third Edition, Applied Social Research Methods Series, Vol 5, Sage Publications.
- [31] Rodrigues, C. (2006). *Um Dispositivo Háptico de Auxílio À Navegacao para Deficientes Visuais*. Trabalho de Graduacao ao Centro de Infomática da Universidade Federal de Pernambuco para a obtencao do grau de Bacharel em Ciência da Computacao, 2006.
- [32] Sánchez, J. & Baloian, N. (2006). Modeling 3D interactive environments for learners with visual disabilities. In K. Miesenberger et al. (Eds.). *Lecture Notes in Computer Science*, LNCS 4061, pp. 1326 – 1333, 2006. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.
- [33] Sánchez, J. (2008). User-Centered Technologies for Blind Children. *Human Technology Journal*, 45(2), November 2008, pp. 96-122.
- [34] Sánchez, J. (2009). Mobile Science Learning and Inclusion for Blind People. *CyberPsychology & Behavior*, 12(1), pp. 96.
- [35] Sánchez, J., Aguayo, F., Hassler, T. (2007). *Independent Outdoor Mobility for the Blind*. *Virtual Rehabilitation 2007*, September 27-29, Venice, Italy, pp. 114-120.
- [36] Sánchez, J., Flores, H., Baloian, N. (2007). Modeling mobile problem solving applications for the blind from the context of use. *International Workshop on Improved Mobile User Experience, IMUX 2007*. Toronto, Canada, May 13, 2007.
- [37] Sánchez, J., Galaz, I. (2007). *AudioStoryTeller: Enforcing Blind Children Reading Skills*. In C. Stephanidis (Ed.): *Universal Access in HCI, Part III, HCII 2007*, LNCS 4556, pp. 786–795, 2007 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007.
- [38] Sánchez, J., Maureira, E. (2006). *Subway Mobility Assistance Tools for Blind Users*. In C. Stephanidis and M. Pieper (Eds.). *Lecture Notes in Computer Science*, LNCS 4397, pp. 386-404, 2007, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007.
- [39] Sánchez, J., Oyarzún, C. (2007). *Asistencia Móvil basada en Audio para la Movilización por Medio de Microbús de Personas Ciegas*. En Sánchez, J. (editor). *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, pp. 377-396. Santiago de Chile: Lom Ediciones S.A.
- [40] Sánchez, J., Sáenz, M., Baloian, N. (2007). *Mobile Application Model for the Blind*. In C. Stephanidis (Ed.): *Universal Access in HCI, Part I, HCII 2007*, LNCS 4554, pp. 527–536, 2007. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007
- [41] Schultz, P. (1990). *Movilidad e independencia para el discapacitado visual*. *Dinámicas Psicológicas del proceso de Enseñanza*. Córdoba (Argentina): ICEVH. N° 69.
- [42] Seon-Woo, L., Mase, K. (2001). *A Personal Indoor Navigation System Using Wearable Sensors*. In *Proceedings of 2nd International Symposium on Mixed Reality 2001*, Yokohama, Japan, March 14–15, pp. 147–148.
- [43] Soy, S. (1996). *The case study as a research method*. Presentation at the *Uses and Users of Information Seminar*, Austin, University of Texas. <http://fiat.gslis.utexas.edu/~ssoy/usesusers/1391d1b.htm> (Accesado Octubre 2009)
- [44] Squire, K. (2003). *Video Games In Education*. *International Journal of Intelligent Simulations and Gaming* 2(1), pp. 49–62.
- [45] Steinkuehler, C. (2004). *Learning in massively multiplayer online games*. In Kafai, YB, Sandoval, WA, Enyedy, N., Nixon, AS & Herrera, F. (Eds.), *Proceedings of the 6th International Conference of the Learning Sciences*, Mahwah, NJ, USA: Erlbaum, pp. 521-528.
- [46] Willis, S., Helal, S. (2005). *A Passive RFID Information Grid for Location and Proximity Sensing for the Blind User*. University of Florida Technical Report number TR04-009. [http://www.cise.ufl.edu/tech\\_reports/tr04/tr04-009.pdf](http://www.cise.ufl.edu/tech_reports/tr04/tr04-009.pdf) (Accesado Octubre 2009).

- [47] Amandine, A., Katz, B., Blum, A., Jacquemin, C. & Denis, M. (2005) A Study of Spatial Cognition in an Immersive Virtual Audio Environment: Comparing Blind and Blindfolded Individuals. Proc. of 11th ICAD, pp. 228-235
- [48] Kehoe, A., Neff, F. & Pitt, I. (2007) Extending traditional user assistance systems to support an auditory interface. Proc. of the 25th IASTED International Multi-Conference: artificial intelligence and applications, pp. 637 – 642
- [49] Sánchez, J. & Lumbreras, M. (1998). 3D aural interactive hyperstories for blind children. *International Journal of Virtual Reality*, 4(1), pp.20-28
- [50] López, M. (2004) Aspectos evolutivos y educativos de la deficiencia visual. 1a Edición. Netbiblo, SI, ACoruña, 2004
- [51] Go, C. & Lee, W. (2007). Digital Game-Based Learning: An Agent Approach. C. Stephanidis (Ed.): *Universal Access in HCI, Part III, HCII 2007, LNCS 4556*, pp. 588-597, 2007
- [52] McMichael, A. (2007). PC Games and the Teaching of History. *The History Teacher*, 40(2), pp. 203-218.
- [53] Proserpio, L., & Viola, D. (2007). Teaching the virtual generation. *Academy of Management Learning & Education*, 6(1), pp. 69–80.
- [54] Kebritchi, M., & Hirumi, A. (2008). Examining the pedagogical foundations of modern educational computer games. *Computers & Education* (51), 1729-1743.
- [55] Gredler, M. (2004). Games and simulations and their relationships to learning. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (2° ed., pp. 571-581). Mahwah, London: Lawrence Erlbaum Associates.
- [56] McDonald, K., & Hannafin, R. (2003). Using web-based computer games to meet the demands of today's high stakes testing: A mixed method inquiry. *Journal of Research on Technology in Education*, 55 (4), 459-472.
- [57] Klopfer, E., & Yoon, S. (2005). Developing Games and Simulations for Today and Tomorrow's tech Savvy Youth TechTrends. *Linking Research & Practice to Improve Learning* , 49 (3), 33-41.
- [58] Sánchez, J., Sáenz, M., Salinas, A. (2008). Videojuegos Móviles para Aprender y Pensar en Ciencias. IX Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, Marzo 6-8, 2008, Caracas, Venezuela
- [59] Steinkuehler, C. (2008). Cognition and literacy in massively multiplayer online games. In Leu, D., Coiro, J., Lankshear, C. & Knobel, K. (Eds.), *Handbook of Research on New Literacies*. Mahwah NJ: Erlbaum, pp. 1-38.
- [60] Pellegrini, A., Blatchford, P. & Kentaro, B. (2004). A Short-term Longitudinal Study of Children's Playground Games in Primary School: Implications for Adjustment to School and Social Adjustment in the USA and the UK. *Social Development* 13(1), pp. 107–123.
- [61] Cipolla-Ficarra, F. (2007). A Study of Acteme on users Unexpert of VideoGames. J. Jacko (Ed.): *Human-Computer Interaction, Part IV, HCII 2007, LNCS 4553*, pp. 215-224, 2007.
- [62] Bruner, J. (2001) El Proceso mental en el Aprendizaje. Editorial Narcea, S.A de Ediciones Dr. Federico Rubio y Galí, Madrid