

Tecnologías basadas en audio para la navegación de aprendices con discapacidad visual en la ciudad

Jaime Sánchez

Departamento de Ciencias de la Computación y Centro de Investigación Avanzada en Educación (CIAE), Universidad de Chile
Blanco Encalada 2120
Santiago, Chile
jsanchez@dcc.uchile.cl

Matías Espinoza

Departamento de Ciencias de la Computación y Centro de Investigación Avanzada en Educación (CIAE), Universidad de Chile
Blanco Encalada 2120
Santiago, Chile
maespino@dcc.uchile.cl

Márcia de Borba Campos

Faculdade de Informática,
Pontifícia Universidade Católica
de Rio Grande do Sul (PUCRS)
Ipiranga 6681
Río Grande do Sul, Brasil
marcia.campos@pucrs.br

ABSTRACT

The changes in the urbanization of cities and the integration of people who are blind in the various activities of society, have made the autonomous movement and equal conditions across sectors and spaces of the city, a must for this population. Different technological solutions seek through the use of software, facilitating movement tasks for these people, delivering contextual information using audio, for, in this way, enhance orientation and mobility skills between different spots of the city. In this sense, this work is focused on the study of the use of audio-based software to support navigation through three existing transportation in the city of Santiago: the Metro, the bus system called Transantiago, and non-motorized transport that can be done on foot. The results obtained during the implementation this software, showed that all learners with visual disabilities were able to develop planned routes, without the need for prior information on the environments to be navigated, using different means of transport present in the city.

RESUMEN

Los cambios en la urbanización de las ciudades y la integración de las personas con discapacidad visual en las diversas actividades de la sociedad, han hecho que el desplazamiento autónomo y en igualdad de condiciones entre los diversos sectores y espacios de la ciudad, sea una necesidad para esta población. Distintas soluciones tecnológicas buscan mediante el uso de software, facilitar las tareas de desplazamiento a personas con discapacidad visual, entregándoles información contextual utilizando audio, para, de esta forma, potenciar sus habilidades de orientación y movilidad entre distintos puntos de la ciudad. En este sentido, el presente trabajo se centró en el estudio del uso de software para apoyar la navegación a través de tres medios de transporte existentes en la ciudad de Santiago: el Metro, el sistema de buses llamado Transantiago y los desplazamientos no motorizados que se pueden realizar caminando. Los resultados obtenidos en la implementación de cada uno de este software, evidenciaron que todos los usuarios con discapacidad visual participantes lograron

desarrollar las rutas planificadas, sin la necesidad de tener información previa de los entornos por los cuales se desplazarían, utilizando los distintos medios de transporte presentes en la ciudad.

Categories and Subject Descriptors

H.5.m. [Information interfaces and presentation (e.g., HCI)]: Miscellaneous.

General Terms

Design, Experimentation, Human Factors.

Keywords

Personas ciegas, Tecnologías basadas en audio, Orientación y movilidad, Tecnologías móviles.

1. INTRODUCCIÓN

Conociendo la relevancia de posibilitar el desplazamiento y acceso a los diversos servicios que presentan las ciudades, la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, en su artículo 9, señala que “se adoptarán medidas pertinentes a asegurar el acceso de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones con las demás, al entorno físico, el transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de la información y las comunicaciones, y a otros servicios e instalaciones abiertos al público o de uso público” [1], dejando en claro, que en términos de accesibilidad, es necesario considerar a esta población como un sector permanente de usuarios de todos los servicios de la sociedad, entre ellos la capacidad de desplazarse utilizando los medios de transporte apoyados por sistemas tecnológicos que les permitan realizar rutas de manera independiente [1]. En este sentido, Loomis [7] plantea que la navegación efectiva involucra una serie de habilidades incluyendo la utilización de la propia posición y orientación durante el viaje, la formación y utilización de las representaciones del entorno del viaje y la planificación de rutas [7]. Con el objetivo de ayudar a solucionar los problemas de usuarios con discapacidad visual en el contexto de orientación y movilidad, surge la idea de utilizar tecnologías móviles que entreguen información de los entornos físicos reales que se presentan en un viaje, para que ellos puedan realizar la construcción de un modelo mental ajustado a la realidad [10] de la distribución espacial de los sectores por los que se desplazan.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

Conference '10, Month 1–2, 2010, City, State, Country.

Copyright 2010 ACM 1-58113-000-0/00/0010 ...\$15.00.

En la actualidad, las tecnologías buscan facilitar a las personas con discapacidad visual el acceso a la información, generando una representación coherente y entendible de los datos que conforman un entorno. Esta representación puede ser hecha, por ejemplo, usando realidad virtual, dado que posibilita la creación de mundos virtuales donde el usuario con discapacidad visual puede interactuar libremente sin obstáculos [13], impulsando el uso de tecnologías computacionales como un recurso para la enseñanza y el aprendizaje [2]. De esta forma la utilización de tecnologías para el desarrollo y apoyo a tareas de orientación y movilidad para facilitar la navegación en la ciudad en personas con discapacidad visual, surge como una posibilidad para la utilización de otros sentidos que permitan percibir el ambiente [8]. En relación a los avances tecnológicos de apoyo a personas con discapacidad visual, las llamadas “tecnologías de la ubicación” contemplan diversas soluciones de apoyo al desplazamiento de personas ciegas en entornos indoor/outdoor, proporcionándoles información in situ de un contexto real al interactuar con el espacio [10]. Dentro de estas tecnologías se encuentran equipamientos comerciales que pueden ser modificados o adaptados para mejorar o facilitar el uso de las capacidades de desplazamiento de personas ciegas [7][11]. En este sentido, la mayoría de los dispositivos de ayuda para personas con discapacidad visual utilizan interfaces auditivas ya sea con voz sintetizada o sonidos no verbales [9]. De Freitas y Levene [3] realizaron un análisis completo del desarrollo de dispositivos móviles para la educación, haciendo hincapié en la posibilidad de utilizar estos dispositivos para el apoyo de usuarios con discapacidad. En particular, mencionan los beneficios que estos usuarios pueden obtener gracias a las nuevas tecnologías, tales como ubicar lugares, ayudas en la movilidad y asistencia cognitiva en la orientación en espacios reales [3].

Actualmente existen diferentes sistemas de planificación de viajes, tanto para peatones como para usuarios del transporte público [5][10]. Bajo esta idea se desarrollaron 4 software de apoyo a la orientación y movilidad de personas con discapacidad visual para el desplazamiento efectivo a través de distintos medios de transporte de la ciudad de Santiago. Estos software son: *Audiometro* [14], *MBN* (mobile Blind Navigation) [14], *Audiotransantiago* [15] y *AmbientGPS* [16]. Los software *Audiometro* y *MBN* permiten satisfacer necesidades de desplazamiento utilizando el *Metro* de Santiago de Chile. El software *Audiotransantiago* proporciona información contextual para la planificación de rutas de viajes utilizando buses de superficie y por su parte *AmbientGPS*, permite recorrer distancias caminando. Las medidas de acceso físico que la ley promueve y que deben ser integradas en los medios de transporte público, dejan en evidencia la necesidad de proveer medidas informativas oportunas que brinden autonomía a las personas con discapacidad visual para desplazarse por la ciudad en base a herramientas que faciliten su interacción con cada uno de estos medios de transporte. Es por ello que tres de los cuatro software mencionados se basaron en el uso de tecnología móvil, debido a sus características de adaptabilidad a las condiciones geográficas y de tiempo [12], sumado a que estos dispositivos disponen de lo necesario para manejar e integrar información, generar colaboración y fomentar la construcción del conocimiento [6].

A continuación, se expondrá en profundidad el impacto de estas herramientas en el desarrollo y facilitación del desplazamiento de personas con discapacidad visual y su aporte, en términos de integración social.

2. DESCRIPCION DEL SOFTWARE

2.1 Audiometro

Audiometro es un software para el desplazamiento de usuarios ciegos o con visión residual en el Metro de Santiago de Chile. Este software se ejecuta en un computador de escritorio y utiliza la metáfora de simulación de un viaje en un vagón del Metro. La información de las líneas de Metro y estaciones (espacio físico donde se puede acceder a este medio de transporte) se estructura en archivos XML, permitiéndole al software modelar la red Metro, para que los usuarios puedan realizar consultas y planificar viajes de forma virtual. La información es proporcionada en audio, utilizando un motor de Text to Speech (TTS) y los usuarios interactúan con el sistema utilizando el teclado del computador y audífonos. La información está dispuesta en niveles de jerarquía para determinar la ruta óptima desde el punto de inicio hasta el punto de destino especificado por el usuario, favoreciendo la toma de decisiones al realizar el desplazamiento en forma virtual.

En *Audiometro* la navegación a través de la interfaz es a través de jerarquías de menús. Un menú consta de un encabezado y un conjunto de ítems. Los ítems pueden estar enlazados con otros menús, permitiendo la creación de jerarquías o redes (en rigor) de menús. Los mensajes asociados al encabezado y a los ítems de los menús se manifiestan como un despliegue secuencial de archivos de sonido.

Los componentes gráficos de la interfaz de *AudioMetro* están organizados en 3 paneles. En el primer panel, el usuario debe ingresar sus datos personales, los que son almacenados en el registro de sesión. En el segundo panel el usuario define las estaciones de origen y destino. Por último, en el tercer panel, el usuario explora la red de Metro y los contenidos asociados a los tres niveles de conocimiento que deben poseer los usuarios de las redes de Metro. Los componentes gráficos de la interfaz son principalmente campos de texto, menús desplegables y botones, no obstante, *Audiómetro* está orientado al uso del teclado. El flujo del programa se organiza de manera tal que el panel de ingreso de datos sólo se presente al comienzo de la aplicación, y que mientras se exploran los menús en la tercera etapa, esté abierta la posibilidad de comenzar un nuevo viaje volviendo a especificar las estaciones de origen y destino con el panel asociado a la segunda etapa.

El software provee el feedback audible necesario para que los usuarios con discapacidad visual puedan usar estas componentes visuales. En el caso de la navegación por jerarquías de menús de la tercera etapa, el usuario interactúa exclusivamente con un campo de texto que captura los eventos del teclado, sin necesidad de cambiar el focus entre diferentes componentes gráficas.

2.2 MBN

Comprendiendo la necesidad de que *Audiometro* pudiese ser utilizado de forma contextual ejecutando las rutas planificadas de forma real, se desarrolló un software para PocketPC llamado *MBN* (Mobile Blind Navigation). Este software presenta información a los usuarios sobre las líneas de Metro y estaciones, además de información sobre el valor del pasaje, las calles aledañas, accesos y puntos de interés de cada estación y tiempo estimado de viaje de acuerdo al horario de uso del tren subterráneo. Esta información se entrega a través de audio, con lo cual, los usuarios con discapacidad visual pueden estructurar un mapa mental ajustado al contexto real.

Los contenidos de *MBN* son presentados usando jerarquías de menús. El acierto de este mecanismo es que, así como en los browsers de la web, los usuarios deben aprender una cantidad reducida de comandos para interactuar con la aplicación.

En *MBN*, un menú está compuesto por un título del menú, y un conjunto de ítems. Cada ítem consta de un nombre, un posible enlace y una posible acción. El enlace se utiliza para pasar de un menú a otro, permitiendo crear las jerarquías de menús, que en rigor forman redes de menús, generándose una analogía con el comportamiento de los links de páginas web. La acción asociada a los ítems permite a la aplicación final generar los comportamientos asociados a estas acciones, permitiendo mantener simple el diseño de la lógica de los menús.

Los comandos pensados en base a los comportamientos requeridos por la navegación sobre la lógica de menús son: Avanzar y Retroceder en los ítems de un menú, Entrar y Salir de un menú, Conocer Título o nombre del menú vigente, Ayuda, Silencio y Repetir.

2.3 Audiotransantiago

Audiotransantiago se diseñó ante la interrogante de cómo ayudar a personas con discapacidad visual a utilizar el sistema de transporte en buses (llamado Transantiago) implementado en la ciudad de Santiago de Chile el año 2007. Este software funciona en una PocketPC y su finalidad es proveer a los usuarios con discapacidad visual de información contextual en relación a la planificación de rutas de desplazamientos entre distintos puntos de la ciudad, como por ejemplo, información de las calles, paradas establecidas y lugares de interés cercanos a los sectores que recorren mientras se desplazan en bus hasta llegar a su punto de destino. *Audiotransantiago*, se adecuó al sistema de detenciones programadas en cada línea de bus utilizada e incorporó también las paradas de conexión con estaciones de tren subterráneo (llamadas estaciones intermodales).

La navegación a través de las funciones de la aplicación se realiza por medio de menús circulares mediante el uso de los botones de la parte inferior de la PocketPC. La ventaja de estos menús es que facilitan las búsquedas dentro de listas con gran número de elementos.

Audiotransantiago posee dos funciones principales: planificar un viaje y realizar un viaje. La primera consiste en “planear un viaje” que se desea realizar en un bus del *Transantiago* y que puede o no puede ser un viaje recurrente. Por otro lado, “realizar un viaje” corresponde a efectuar un viaje previamente planificado con la aplicación. Para navegar entre estas opciones, el usuario accede a un menú compuesto por 2 opciones:

- **Travel Planning.** Para planificar un viaje el usuario debe realizar los siguientes pasos: 1. Seleccionar una unidad de servicio (zona de la ciudad donde se realiza el viaje), 2. Elegir el servicio o recorrido que pretende utilizar, 3. Escoger la dirección en la cual se realizará el viaje, 4. Definir una parada de origen, 5. Definir una parada de destino.
- **Travel Execute.** Esta opción permite al usuario realizar un viaje previamente planificado. Para el correcto uso de la información encapsulada en el viaje previamente preparado, se propuso un modelo de navegación por anticipación, donde el usuario avanza manualmente al paradero siguiente antes de alcanzarlo. Así, puede consultar la información de contexto del paradero (calles y lugares de interés cercanos), y formarse

una impresión acerca del entorno de la parada antes de alcanzarla.

2.4 AmbientGPS

Cubiertos los dos medios principales de transporte de la ciudad, surgió la inquietud de apoyar aquellos desplazamientos que las personas con discapacidad visual realizan caminando para acceder a lugares específicos en virtud de las necesidades de la vida en la ciudad, como ir al banco, servicios comerciales u otros lugares que no son accesibles utilizando medios de transporte motorizados (bus, Metro) y que en muchas ocasiones comprende una distancia a recorrer poco extensa entre un punto y otro, por lo que pueden ser realizadas caminando. Para cubrir esta necesidad, se desarrolló el software *AmbientGPS*, el cual funciona en un dispositivo PocketPC conectado por Bluetooth a un dispositivo GPS, donde a través de audio se entrega información procesada a partir de los datos satelitales obtenidos por el GPS, acerca de la distancia en metros y dirección necesaria a seguir para que usuarios con discapacidad visual se orienten y naveguen entre distintos puntos de interés.

Básicamente consiste en un software basado en sonido, integrado en una Pocket PC que junto a la ayuda de satélites GPS y un dispositivo GPS, entrega información a usuarios con discapacidad visual para orientarse y moverse por medio de distintos puntos de interés en la ciudad. El proceso de entrega de direcciones está basado en un “sistema horario”, que es usado para informar al usuario sobre direcciones específicas para llegar al punto de destino. El sistema horario, es una metáfora usada para indicar direcciones y consiste básicamente en situar al usuario en el centro de un reloj análogo. El usuario está siempre en dirección a las 12 de modo que si queremos que se mueva a la derecha, le decimos “anda a las 3”; para que vaya a la izquierda, le decimos “anda a las 9” y para que retroceda le decimos “anda a las 6”.

La interfaz de entrada consiste en usar 3 botones de la PocketPC. El primer botón es utilizado para ingresar y buscar el punto de destino. Cuando el usuario presiona este botón, navega a través de una lista circular con diferentes destinos hablados por el TTS. El segundo botón se usa para consultar información al sistema. Cuando el usuario aprieta este botón, el TTS contesta con la distancia y dirección de destino (usando el sistema horario para expresar la dirección). Por último, el tercer botón sirve para cambiar el punto inicial de la ruta.

La interfaz de salida está compuesta principalmente por el TTS que responde a los requerimientos hechos por los usuarios presionando un botón, de modo que la única salida proporcionada al usuario consiste en la distancia y dirección al punto de destino y los nombres de los puntos de destino. No se entregan rutas al usuario. El usuario debe decidir los caminos a seguir de modo de llegar al punto de destino. También existe una interfaz visual que entrega en todo minuto información respecto al punto de destino, la distancia y dirección para llegar a destino. Esta interfaz es usada para ayudar a los facilitadores de modo que puedan apoyar a los usuarios con discapacidad visual en su aprendizaje para propósitos de movilización.

3. EVALUACIÓN

3.1 Muestra

Para evaluar el impacto de los software *Audiometro*, *MBN*, *Audiotransantiago* y *AmbientGPS* en el desarrollo de habilidades

de orientación y movilidad para el desplazamiento de personas ciegas en la ciudad, se trabajó con individuos que asistían al nivel de rehabilitación de dos instituciones educativas para personas con discapacidad visual, el Centro Educativo Santa Lucía y el Colegio Hellen Keller de Santiago de Chile. En este nivel educativo, se trabaja la autonomía y eficiencia de la independencia en el desplazamiento para la realización de actividades de la vida cotidiana, por lo que el uso de software, resultó una contribución a la labor pedagógica de las instituciones.

La selección de la muestra para el uso de este software, se realizó en base a un modelo no probabilístico por cuotas. Para ello, se establecen criterios de selección en base a un número de individuos que debe reunir determinadas condiciones.

En el software *Audiometro* se trabajó con una muestra de 10 participantes con edades entre 20 y 32 años. La muestra estuvo compuesta por 9 hombres y 1 mujer, 4 de ellos ciegos y 6 con visión residual. La selección de la muestra, fue en base a los siguientes criterios de selección: (a) tener ceguera total, (b) manejo de teclado, (c) manejo básico de técnicas de orientación y movilidad (d) desplazamiento autónomo utilizando técnicas de bastón. Los mismos criterios fueron aplicados a la selección de la muestra de *MBN*. Esta muestra estuvo compuesta por un total de 6 individuos con edades entre los 19 y 28 años, 3 mujeres y 3 hombres, de los cuales 2 son ciegos y 4 tienen visión residual.

Los criterios establecidos para la selección de la muestra en el caso de *Audiotransantiago* y *AmbientGPS* respondieron a otros criterios de selección siendo: (a) tener entre 14 y 55 años, (b) tener ceguera o visión residual, (c) estar inscritos en el Registro Nacional de la Discapacidad y (d) contar con entrenamiento previo en técnicas de orientación y movilidad. *Audiotransantiago* contó con una muestra de 14 individuos, 10 hombres y 4 mujeres, de los cuales 3 eran ciegos y 11 tenían visión residual. En *AmbientGPS* se trabajó con 7 individuos, con un rango etario de 17 a 35 años, 6 hombres y 1 mujer, 3 de ellos ciegos y 4 con visión residual.

3.2 Instrumentos

3.2.1 Pretest y posttest

Para evaluar el desempeño de los usuarios en la planificación de rutas de desplazamiento se aplicó un pretest y un posttest, antes y después de trabajar con los software *Audiometro* y *MBN*.

El instrumento utilizado en *Audiometro* llamado DPRE (Desplazamiento Por una Ruta Específica) evaluó el dominio de conductas y habilidades para la planificación de un viaje, uso del software, utilización del tren subterráneo, desplazamiento y autonomía, además de habilidades sociales y personales. Este instrumento permitió evaluar las conductas en base a la observación directa, realizada por un evaluador especialista en discapacidad visual. La evaluación fue hecha utilizando una escala tipo Likert con intervalos desde “siempre” a “nunca”, asociando la conducta observada con puntajes de 5 a 1.

Para el caso de *MBN*, el instrumento constó de 2 secciones, la primera de ellas buscó medir el dominio de conductas, habilidades y competencias en el Metro y en el uso de *MBN*, donde los propios usuarios evaluaron su desempeño una vez finalizada las actividades de trabajo. La otra sección del instrumento, buscó medir las habilidades de orientación y movilidad, habilidades de

dominio en el uso de *MBN* y los aspectos sociales emocionales, con una escala tipo Likert con intervalos desde “siempre” a “nunca”, asociando la conducta observada con puntajes de 5 a 1, los cuales fueron evaluados por una especialista en discapacidad visual bajo la modalidad de observación directa durante la experiencia con el software.

3.2.2 Listas de cotejo

Para evaluar las tareas realizadas con el uso del software *Audiometro* y *MBN*, se utilizaron listas de cotejo compuestas por dimensiones relacionadas con las habilidades cognitivas a desarrollar a través del uso de cada software.

En relación a la evaluación del software *Audiometro*, se desarrollaron 12 tareas con uso de software, donde se trabajó en base a indicadores que permitiesen observar y registrar habilidades para la selección de información en relación a líneas y estaciones de Metro para trasladarse virtualmente de una estación a otra, construyendo rutas de desplazamiento de forma efectiva, para favorecer las habilidades de orientación y movilidad al utilizar este medio de transporte. Cada una de estas listas de cotejo, fue aplicada individualmente a cada usuario por un facilitador, al finalizar cada actividad.

En el caso del software *MBN* la evaluación de las actividades se abocó al desarrollo de destrezas y/o habilidades psicomotrices relacionadas con la manipulación de material táctil y del dispositivo PocketPC; desarrollo de habilidades cognitivas que permiten la asociación de los materiales táctiles y comandos de la PocketPC a tareas específicas, tales como reconocer calles cercanas a las estaciones de Metro y estaciones de combinación; y desarrollo de habilidades sociales afectivas-sociales que buscaron evaluar las conductas y/o actitudes presentadas por cada usuario durante el desarrollo de cada ruta. Las pautas fueron aplicadas por una educadora especialista en discapacidad visual.

En ambos casos (*Audiotransantiago* y *AmbientGPS*) la evaluación estuvo orientada a las actividades iniciales, instancia denominada como “apresto”. Las habilidades evaluadas respondieron a indicadores de orientación y movilidad, estructuración temporal espacial y funcionamiento de los dispositivos móviles. Este instrumento fue evaluado con una escala de apreciación desde “logrado” a “no logrado”. Al finalizar cada una de las sesiones, una facilitadora en base a la observación directa de las conductas esperadas, procedió a llenar cada pauta.

3.2.3 Pauta de evaluación de la ruta

La pauta de evaluación permitió recoger información respecto a las habilidades de orientación y movilidad puestas en práctica por los participantes al momento de realizar las distintas rutas programadas con el software *Audiotransantiago* y *AmbientGPS*. La pauta estaba compuesta por las siguientes dimensiones: tiempo, autonomía, orientación espacial, eficacia del desplazamiento y resolución de problemas. Esta última dimensión estaba compuesta por las siguientes subdimensiones: (a) Identificación del problema, (b) Análisis de la información sobre la ruta, (c) Planificación de estrategia de desplazamiento, (d) Implementación de la estrategia y (e) Evaluación de la estrategia. El instrumento se estructuró en base a una escala de 4 puntos, con intervalos desde “siempre” a “nunca”.

3.2.4 Autoevaluación de desempeño

Este instrumento fue utilizado en el software *Audiotransantiago* y *AmbientGPS*, constó de 9 preguntas y se aplicó a cada usuario una vez finalizada cada ruta de desplazamiento realizada con el uso del software. El instrumento fue diseñado para recoger información sobre el impacto que cada usuario percibe al utilizar cada uno de este software para desplazarse entre distintos puntos de la ciudad. Para ello, el instrumento incluyó las siguientes preguntas: ¿Qué le pareció la ruta asignada?, ¿Conocías de antemano los puntos de inicio y fin de la ruta?, ¿Era familiar para usted este recorrido?, ¿Qué estrategias implementó para llevar a cabo el trayecto?, ¿Existió alguna situación problemática durante el trayecto? ¿Cuáles?, ¿Qué solución le das a este tipo de dificultades?, ¿Lograste anticipar situaciones o dificultades mientras hacías el recorrido?, ¿Qué información te resulta útil para orientarte y desarrollar un desplazamiento?, ¿Qué tipo de tecnologías implementarías para ayudarte a hacer mejor uso del sistema de transporte? ¿Por qué?, ¿Con qué nota de 1 a 7 calificarías tu desempeño? La información obtenida a partir de la aplicación de este instrumento, permitió conocer la evaluación que los propios usuarios realizaron una vez realizadas las rutas, sobre la utilidad de este software para la ejecución de desplazamientos autónomos y eficaces.

3.3 Procedimiento

3.3.1 Procedimiento Audiometro

El trabajo desarrollado tuvo una duración de 4 meses, con un total de 12 sesiones de trabajo de 45 minutos por usuario. En la primera evaluación, se aplicó el instrumento de pretest, para conocer las habilidades iniciales de los usuarios en la planificación de rutas de viaje.

La totalidad de la muestra fue dividida en 2 grupos, uno experimental y otros de control. El grupo experimental llevó a cabo tareas de orientación y movilidad en la red de Metro utilizando el software *Audiometro* en un computador de escritorio. El grupo control ejecutó las mismas actividades en relación a la planificación de rutas de viaje en la red de Metro, pero apoyados por información de carácter verbal del funcionamiento de este servicio.

Las tareas estuvieron centradas en la integración y estructuración de la información adecuada para planificar una ruta de desplazamiento entre estaciones de Metro. En el caso del grupo experimental, al utilizar el software, las sesiones de trabajo se llevaron a cabo en un laboratorio de computación, donde, utilizando el teclado y feedback sonoro de la información dispuesta en el menú jerárquico del software, los usuarios seleccionaron la información adecuada para planificar rutas de desplazamiento y practicar estos virtualmente. En cuanto al grupo control, cada participante desarrolló actividades con maquetas táctiles de las líneas y estaciones de Metro, además de contar con material en braille o macrotipo, dependiendo de sus características visuales, de la misma información dispuesta en el software de forma audible. Ambos grupos, contaron con el apoyo de un facilitador, quién además de proporcionarles los materiales a utilizar en cada actividad y guiarles ante dudas, estuvo a cargo de evaluar las actividades utilizando la observación directa y aplicando las listas de cotejo al finalizar cada actividad. Al finalizar las 12 sesiones de trabajo propuestas, se aplicó el instrumento de postest, lo que permitió contrastar los resultados iniciales, con los obtenidos al finalizar la investigación.

3.3.2 Procedimiento MBN

La intervención se llevó a cabo durante 2 meses, con un sólo grupo de trabajo en 6 sesiones de 45 minutos por usuario. Inicialmente se aplicó el instrumento de pretest, para evaluar las habilidades y competencias en uso del Metro y *MBN* (evaluación hecha por los propios usuarios), habilidades de orientación y movilidad, y habilidades sociales-emocionales (evaluación hecha por un facilitador).

Luego se planificó la realización de las siguientes actividades utilizando el software: (1) “Conozcamos la ciudad en el Metro”, actividad desarrollada en 2 sesiones de trabajo en un laboratorio de computación donde los usuarios trabajaron con mapas táctiles de la red de Metro, representando calles cercanas a las estaciones representadas; (2) “Viajemos a un lugar desconocido”, cuya finalidad fue interactuar con el dispositivo PocketPC, relacionando los botones con los comandos que le permitiesen a los usuarios programar y realizar una ruta utilizando la ayuda del software; (3) “ Quiero conocer nuevos lugares”, utilizando el software, los usuarios navegan por la información dispuesta en el menú, seleccionando la información necesaria para planificar una ruta hacia un lugar desconocido, utilizando la línea y las estaciones de Metro necesarias para ello; (4) “¿Qué hago si tengo problemas?”, los usuarios realizan el mismo recorrido planificado anteriormente, pero en particular deberán sortear distintos problemas, como por ejemplo, no poder descender en la estación programada, con lo que se busca evaluar la capacidad de resolver problemas reprogramando el sistema. La evaluación de estas actividades, fue realizada por un facilitador, quien a través de la observación, evaluó los indicadores dispuestos en cada de las listas de cotejo. Finalizada la etapa de trabajo con uso de software, se procedió a aplicar el instrumento de postest.

3.3.3 Procedimiento Audiotransantiago

La ejecución de las distintas rutas propuestas, tuvo una duración de 6 meses. Inicialmente, se trabajó en una etapa denominada “apresto” en la que los usuarios se familiarizaron tanto con el software como con el dispositivo PocketPC, trabajando en la asociación de los botones con las acciones a ejecutar dentro del menú, el cual cuenta con información accesible gracias al feedback sonoro. Igualmente se utilizaron maquetas táctiles de la señalética existente en los pisos de las paradas de bus, para que al reconocer las texturas en el paradero real, pudiesen posicionarse en las marcas que indicaban la presencia de puertas acceso. También se trabajó con maquetas táctiles que representaban la distribución de elementos al interior del bus tales como asientos preferenciales, pilares con timbre (los cuales sirven para solicitar la detención del bus) y puertas para descender, con el fin de que los usuarios puedan transferir esta información al encontrarse al interior del bus en una situación real. Posterior a estas actividades, se planificó un total de 3 rutas de desplazamiento entre distintos puntos de la ciudad, cuyo nivel de dificultad se basó en la cantidad de paradas y metros existentes entre el punto de inicio y el punto de destino. Para dar mayor flexibilidad a las rutas y proporcionar alternativas de desplazamiento a los usuarios, cada ruta fue posible de realizar utilizando 2 recorridos de bus. Igualmente la tercera ruta incorporó el transbordo de un bus a otro para continuar el recorrido trazado. Las rutas propuestas fueron: (1) desde calle José Toribio Medina a la torre Entel; (2) desde la Biblioteca Nacional al Planetario; y (3) desde Plaza Egaña a Hospital Salvador.

Planificadas estas actividades, se procedió a dividir la muestra en 2 grupos, uno experimental y uno control. El grupo experimental desarrolló todas las rutas utilizando la información provista por el software en relación a línea de bus a utilizar, paradero de inicio de viaje, paraderos de detención autorizados entre el punto de inicio y el punto de destino, calles aledañas a los paraderos y paradero de destino. Por otra parte, los usuarios del grupo control llevaron a cabo las mismas rutas, sólo contando con la información del punto de destino y el punto final de la ruta, utilizando para la ejecución de estas rutas las estrategias de desplazamiento que utilizan día a día y de forma efectiva en este medio de transporte. Durante el desarrollo de la ruta, un observador no participante, evaluó los indicadores propuestos en la pauta de evaluación de la ruta y en el momento que cada participante terminaba su ruta, de forma oral procedió a leerles las preguntas de la autoevaluación de desempeño, registrando las apreciaciones entregadas por cada usuario.

3.3.4 Procedimiento AmbientGPS

El trabajo con el software *AmbientGPS* tuvo una duración de 7 meses y se estructuró en base a 8 rutas de desplazamiento. Se trabajó con un solo grupo de usuarios. Estas rutas respondieron a lugares de interés común para todos ellos. Inicialmente, se trabajó en sesiones de “apresto” donde los usuarios trabajaron conociendo el software y los dispositivos móviles (PocketPC y GPS), además de trabajar en torno a la adquisición de la técnica de reloj, la que se basa en la asociación de giros con horas, donde los ejes principales son las horas 12, 3, 6 y 9. Los usuarios debieron comprender que al girar, se establece una nueva hora 12, a partir de la cual deben posicionar su cuerpo para realizar un nuevo giro en sentido de las horas del reloj. Una vez realizadas estas actividades, los usuarios estuvieron en condiciones de ejecutar las rutas de desplazamiento, configurando el sistema mediante la selección de un punto de inicio y un punto de destino de la ruta, navegando en el menú con la botonera de la PocketPC. Al estar planificada la ruta, el usuario sólo debía atender a la información proporcionada por el software, corroborando con su desplazamiento la utilidad de esta información, reestructurando su plan de ruta si así lo considerase necesario. La información siempre fue aportada por el software en base a feedback sonoro, distancia en metros y dirección (giros) a seguir. Cada ruta fue evaluada por un observador no participante, con la pauta de evaluación de ruta. Cuando los usuarios finalizaban un desplazamiento, se les aplicó la autoevaluación de desempeño, registrando estos datos en una grabación de audio que posteriormente fue analizada.

4. RESULTADOS

Audiometro y *MBN* fueron utilizados como herramientas complementarias para el desarrollo de rutas en el tren subterráneo (Metro). *Audiometro* fue pensado para el trabajo de los aprendices en computadores de escritorio, mientras que *MBN* es una aplicación móvil desarrollada para PocketPC que permite la ejecución de rutas de viaje en las líneas y estaciones del Metro. A continuación, se presentan los resultados de la evaluación realizada con este software.

Los resultados obtenidos en *Audiometro* por el grupo experimental, se obtuvieron utilizando una escala de evaluación de habilidades de orientación y movilidad, que se utiliza para mediar las habilidades de dominio de conductas O&M, habilidades para la planificación de un viaje, uso del software,

utilización del tren subterráneo, desplazamiento y autonomía, además de habilidades sociales y personales. Esta evaluación se realizó tanto al iniciar la intervención (pretest) como al finalizar ésta (postest). En cuanto al impacto del software en el dominio de conductas de O&M en la etapa de postest es posible observar un incremento de estas habilidades de un 20% en el grupo experimental, seguido por un incremento del 16% de las habilidades de desplazamiento y autonomía, mientras que las habilidades sociales y personales presentaron un aumento de 6% (ver Figura 1). En cuanto a las habilidades presentadas en el uso del software, todos los usuarios del grupo experimental lograron establecer las acciones necesarias de ejecutar con los botones del teclado, para navegar en el menú principal y submenús del software, seleccionar la información adecuada para programar una ruta y ejecutar de forma autónoma los viajes virtuales en la red de tren subterráneo. En el gráfico que se presenta a continuación, se describen los resultados obtenidos por los aprendices con posterioridad a la interacción con el software *Audiometro* y, lo que permite realizar la aplicación del instrumento DPRE (desplazamiento por una ruta específica) en etapa de postest.

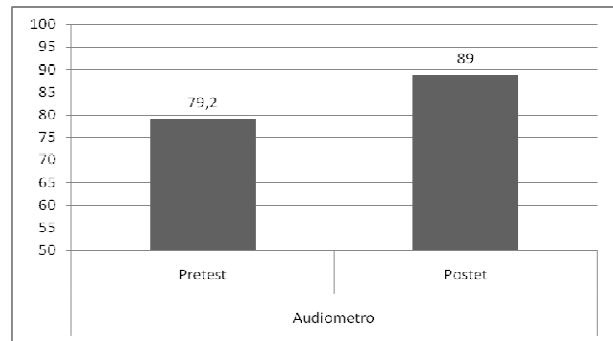


Figura 1. Audiometro, nivel de desempeño en pre y post-test

Los resultados indican que hubo una mejoría de alrededor de un 10% en el desempeño promedio del grupo de sujetos después del trabajo con el software.

Los resultados obtenidos con *Mobile Blind Navigation (MBN)*, software para la navegación in situ en las estaciones del Metro demostraron que una de las mayores ventajas para los usuarios es la información que entrega el software respecto al espacio físico que rodea cada una de las estaciones de Metro. Si a esto se suma la posibilidad que entrega el software de orientar a los usuarios en las estaciones, a través del uso de los puntos cardinales, se hace más fácil para ellos el proceso de análisis de la información en caso de que necesiten abandonar una estación de Metro y trasladarse a otra, dándoles mayor seguridad en los desplazamientos en espacios desconocidos. La información de la disposición interna y externa de las estaciones de Metro permite al usuario realizar una estructuración espacial de ellas, facilitando la resolución de problemas que pudiesen presentarse en el contexto real de viaje, permitiéndoles sortear dificultades en base a decisiones informadas y trasladarse entre distintos puntos de la ciudad.

La experimentación con *Audiotransantiago* tuvo como objetivo evaluar si un sistema basado en audio favorecía el desplazamiento de personas con discapacidad visual en el transporte público de superficie (buses) de forma autónoma. Los resultados representan la evaluación de la culminación del logro de cada ruta llevada a cabo por los usuarios de cada grupo, utilizando el instrumento

pauta de evaluación de la ruta. El grupo experimental obtuvo un promedio de logro por ruta de 81.7%, mientras que el grupo control obtuvo un 71,8% (ver Tabla 1, Figura 2 y Figura 3).

Tabla 1. Resultados porcentuales logro rutas Grupo Experimental

Grupo	Ruta 1	Ruta 2	Ruta 3	% Prom
Experimental	84,6	84,7	75,9	81,7
Control	70,3	69,7	75,3	71,8

En relación al desempeño por ruta del grupo experimental, medido en el logro de la ruta (capacidad de llegar al punto de destino planeado), el desempeño general estuvo sobre el 80%, observándose que en la ruta 3 los usuarios alcanzaron un menor porcentaje de logro, descendiendo en 9 puntos porcentuales en relación a las otras 2 rutas, lo cual puede deberse a la complejidad del desplazamiento y la necesidad de utilizar un mayor número de estrategias de navegación. Con esto se evidencia, que el uso de *Audiotransantiago* facilita el desplazamiento de usuarios con discapacidad visual en buses para trasladarse en la ciudad.

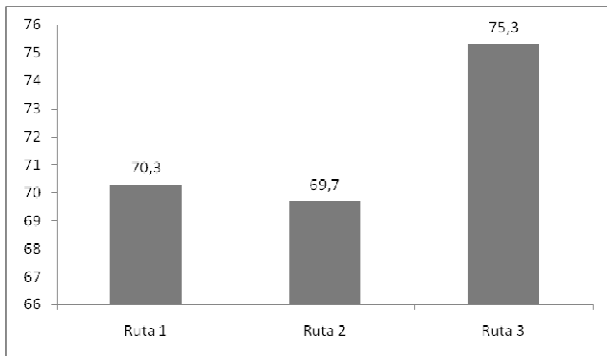


Figura 2. Gráfico de rendimiento porcentual por rutas del Grupo Control

En el desempeño por rutas, el grupo control obtuvo un nivel de logro sobre el grupo experimental en la ruta 3, en comparación con el desempeño obtenido con la ruta 1 y 2, catalogada de mayor complejidad por la cantidad de paradas, transbordo entre buses y metros recorridos. Los mejores resultados en la ruta 3, pueden deberse principalmente a la ayuda otorgada por otros usuarios y/o los operadores de buses, siendo ésta la estrategia más utilizada por los usuarios de este grupo para llegar a los puntos finales de las rutas programadas.

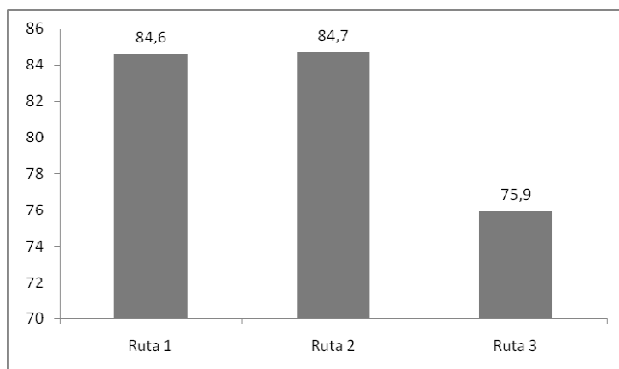


Figura 3. Gráfico de rendimiento porcentual por rutas del Grupo Experimental

Finalmente, *AmbientGPS* busca favorecer los desplazamientos que las personas con discapacidad visual pueden realizar caminando entre distintos puntos de la ciudad. Para ello se programaron 8 rutas de desplazamiento, las que al ser evaluadas utilizando la pauta de evaluación de la ruta, arroja los resultados que se presentaran en la tabla 2.

Tabla 2. Desempeño de usuarios medido con pauta de evaluación de la ruta.

Rutas	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	%PR
1	82	52	64	76	82	70	94	74,3
2	82	47	52	76	47	94	82	68,6
3	58	41	41	70	64	94	100	66,9
4	47	47	52	76	47	76	76	60,1
5	47	57	52	52	29	70	100	58,1
6	47	35	52	41	35	94	70	53,4
7	41	82	82	82	41	82	100	72,9
8	76	70	52	47	47	94	94	98,6
% PU	60	54	56	65	49	84	90	-

Independiente del desempeño obtenido por cada usuario en la ruta, todos ellos logran llegar al punto de destino programado inicialmente, por lo que el sistema es efectivo en permitirles llegar al lugar de destino. Es necesario tener en cuenta, que independiente de la ayuda proporcionada por el sistema, la interpretación de los datos y la ejecución de las acciones dependerán en gran medida del grado de experiencia que el usuario adquiere en la interacción con el sistema ruta tras ruta y las estrategias previas de orientación y movilidad que ha desarrollado en su vida.

Con el fin de comparar las medias obtenidas por los sujetos en cada ruta se realizó un análisis de la varianza del desempeño por ruta obtenidos por los aprendices, el que se presenta en el gráfico de la figura 4.

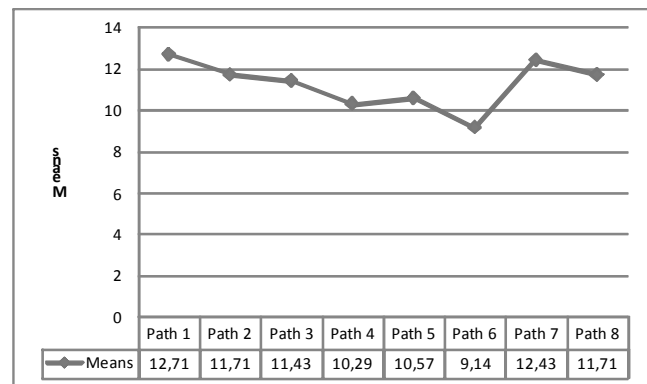


Figura 4. Gráfico de medias marginales estimadas de desempeño por ruta.

Del total de rutas establecidas, el grupo obtuvo un mejor desempeño en la ruta 1 (12.71 puntos), mientras que en la ruta 6 se obtuvo el desempeño más bajo (9.14 puntos). Las diferencias pueden deberse a que la ruta 1 contempló una distancia de 544 metros entre el punto de inicio y el punto de destino, siendo la ruta más corta, mientras la ruta 6 contó con 1.506 metros de distancia entre ambos puntos, siendo la ruta más larga. En este sentido, la ruta 6 puede considerarse más compleja, ya que el

usuario debe aplicar en mayor grado sus habilidades de orientación y movilidad para lograr situarse y desplazarse en el espacio recorrido. Con el fin de determinar si había diferencias entre los promedios obtenidos en las distintas rutas, se realizó un ANOVA de un factor; sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

5. DISCUSIÓN

La utilización de este software por parte de personas con discapacidad visual, como herramientas de apoyo para su desplazamiento en la ciudad, aumentó su nivel de competencias necesarias para navegar de forma segura y autónoma en espacios desconocidos. También se observó un aumento significativo en su capacidad para analizar información, resolver problemas durante la ruta y sobre todo valerse de sus propias habilidades y estrategias, apoyadas por el uso de software, para trasladarse de un lugar a otro. Así también, es posible conocer el impacto de estos software en la capacidad de almacenar información, ya que los usuarios fueron capaces de retener nombres de paraderos, de estaciones del tren subterráneo, de calles y lugares cercanos a los diversos puntos de desplazamiento, generando un mapa mental de entornos físicos navegados, lo cual fue perceptible en aquellas rutas realizadas con *AmbientGPS* donde los usuarios debían seguir instrucciones y transferir este aprendizaje a contextos reales de desplazamiento, lo mismo en el caso de *Audiotmetro*, *MBN* y *Audiotransantiago*. La implementación de cada software se basó en la idea de proporcionar información audible a los usuarios, fuente principal a través de la cual las personas ciegas adquieren información del medio. Los usuarios pudieron comprender la forma en que cada software les presentó la información acerca de sus rutas de desplazamiento en cada menú de la aplicación, esto a través de la percepción auditiva de cada usuario.

En cada uno de estos software fue de gran importancia para los usuarios poder establecer un punto de referencia inicial y un punto de destino, ya que esto les permitió idear previamente estrategias de desplazamiento en cada medio de transporte, para luego ir evaluando cada una de sus decisiones apoyados por toda la información entregada por cada software en base a estos puntos espaciales. En este sentido, la observación del trabajo in situ permitió identificar que el mayor problema que tienen los usuarios con discapacidad visual al utilizar los medios de transporte y desplazarse entre diversos puntos de la ciudad, es no contar con información de los entornos de forma inmediata, lo que les dificulta la planificación de una ruta de desplazamiento en base a estrategias previas. Además, si bien cada uno de los software provee de información contextual, existen eventualidades que no pueden ser resueltas por el sistema, tales como cortes de tránsito, desperfecto de las máquinas o situaciones de atochamiento entre pasajeros y transeúntes al subir o descender de buses o vagones del tren subterráneo. Ante este tipo de eventualidades, los usuarios necesariamente deben poner a prueba tanto sus habilidades de desplazamiento como sus habilidades comunicacionales y sociales para resolver los problemas que se les presentan. En razón de la autonomía que estos software otorgan al desplazamiento de las personas ciegas, es factible corroborar que los resultados obtenidos en términos del desarrollo de habilidades y la evaluación de la usabilidad de cada software, deja de manifiesto la efectividad de cada software. Es necesario destacar que, sin importar la cantidad de información que provea cada software, no se puede obviar que el grado de experiencia que posea cada usuario, incidirá directamente en la relación que

establezca con cada uno de los espacios en que transite, lo que en gran medida siempre estará sujeto al nivel de confianza, seguridad y autonomía que muestre la persona con discapacidad visual al realizar un desplazamiento en lugares desconocidos.

Un punto de gran relevancia que se desprende de los resultados obtenidos en estas investigaciones, fue la necesidad de realizar un entrenamiento de los usuarios con cada software y dispositivos asociados a éstos (PC y PocketPC) antes de su implementación para facilitar la planificación y ejecución eficiente de cada ruta. En este sentido, las sesiones de trabajo previas al uso del software, apoyadas con material táctil concreto, guías de trabajo (en braille o macrotipo) e información oral, permitieron a cada usuario interactuar con el hardware y el software para facilitar el trabajo de planificación de una estrategia para realizar rutas utilizando buses, tren subterráneo o caminatas entre distintos puntos y lugares de la ciudad, generando nuevos aprendizajes respecto a la distribución espacial de los elementos que componen un trayecto determinado y el funcionamiento de cada medio de transporte. Es así que mediante esta actividad fue posible reforzar contenidos previos de personas con discapacidad visual respecto al uso de los medios de transportes en la ciudad y disminuir los problemas que esta población tiene para desplazarse de un lugar a otro.

Si bien todos los esfuerzos tecnológicos de apoyo a las personas con discapacidad visual apuntan a una plena integración social e igualdad de condiciones con el resto de las personas en el uso del transporte urbano, aún está pendiente el trabajo como sociedad en torno a cómo ayudar a esta población al momento de utilizar los medios de transporte.

El principal objetivo de cada software fue facilitar el desplazamiento de las personas ciegas utilizando los medios de transporte presentes en la ciudad. En este sentido, la experiencia de los usuarios fue totalmente satisfactoria, ya que les permitió conocer, los detalles de cada entorno navegado a través de la información contextual que les proveen estos software, información con la cual no pueden contar normalmente, ya que es perceptible principalmente a través del canal visual. Al proveer esta información de manera audible, fue posible equiparar las condiciones de uso con otros usuarios de estos medios de transporte, teniendo en cuenta que la navegación efectiva en espacios urbanos desconocidos dependerá también de las habilidades de orientación y movilidad de cada usuario además del funcionamiento y uso que se dé a cada software.

En el caso del software *Audiotransantiago*, la gran problemática radica en que muchas de las detenciones programadas no son respetadas por los conductores de los buses, las cuales son un punto de referencia esencial para establecer la ubicación espacial utilizando los nombres de calles y lugares cercanos a los sectores navegados, sobre todo cuando los usuarios se desplazan al interior del bus. Esta situación el software no la puede solucionar, ya que la información contenida de paraderos, calles y lugares de interés cercano responde a las rutas proporcionadas por cada servicio, por lo que el hecho de que conductores no respeten las paradas establecidas, no se relaciona con el funcionamiento del software. En el caso del software *AudioMetro* y *MBN*, se demostró que una de las mayores ventajas para los usuarios es la información que entrega el software respecto al espacio físico que rodea cada una de las estaciones de Metro. Si a esto se suma la posibilidad que entrega el software para orientar a los usuarios en las estaciones, a través del uso de los puntos cardinales, se hace más fácil para ellos el proceso de análisis de información en caso que necesiten

abandonar una estación de Metro y trasladarse a otra, dándoles una mayor seguridad en los desplazamientos en espacios desconocidos. La información de la disposición interna y externa de las estaciones de Metro permite al usuario realizar una estructuración espacial de ellas, facilitando la resolución de problemas que pudiesen presentarse en el contexto real de viaje, permitiéndoles sortear dificultades en base a decisiones informadas y trasladarse entre distintos puntos de la ciudad. Uno de los problemas que deben enfrentar ambos software en la actualidad es que el Metro ha expandido sus líneas y por consiguiente se ha incrementado el número de estaciones, lo que hace necesario que estos cambios deban ser actualizados en los datos que maneja cada software por parte del equipo de desarrollo. Si bien esto es factible, las nuevas problemáticas que se presentan radican en la dificultad para desplazarse en estaciones que han sufrido cambios en su infraestructura, como eliminación de salidas de una estación o habilitación de nuevos sectores de combinación al interior de éstas, lo que hace que muchas veces los usuarios no puedan moverse de manera eficiente entre estaciones de Metro, al no tener información de dónde están ubicadas espacialmente las nuevas salidas y sectores de combinación. En relación al software *AmbientGPS*, las principales complicaciones que presentó el desplazamiento en diversos sectores de la ciudad se relacionaron con la arquitectura de la ciudad, situaciones que en la mayoría de los casos fueron sorteadas sin complicaciones por los usuarios.

Los resultados obtenidos en las investigaciones, permiten comprobar la efectividad del software *Audiometro*, *MBN*, *Audiotransantiago* y *AmbientGPS* como herramientas para posibilitar el desplazamiento de personas con discapacidad visual en espacios urbanos utilizando diversos medios de transporte. Se debe tener presente que la implementación exitosa de tecnologías que ayuden a esta población en sus actividades diarias de desplazamiento, dependerá en gran medida de la utilidad real que cada usuario entregue al software y a los dispositivos asociados a éstos, de acuerdo a sus características personales, necesidades y experiencias de vida. Si bien el uso de tecnología basada en audio facilitó la obtención de información que no podía ser percibida de otra forma, siempre estuvo la posibilidad de utilizar estrategias convencionales de orientación y movilidad en cada una de las acciones de desplazamiento llevadas a cabo por los participantes. Dentro de estas estrategias se encontraban consultar algunos puntos de referencia o solicitar ayuda a transeúntes o usuarios de estos medios de transporte en situaciones en que el software no puede proporcionarles apoyo, como por ejemplo, ubicar las puertas para ascender o descender de un bus o carro de Metro, cruzar una calle o avenida, o bien en situaciones imprevistas como la suspensión de un recorrido, desvíos u otros.

Para finalizar, cada uno del software descrito tiene la ventaja de entregar autonomía a usuarios con discapacidad visual tanto en la toma de decisiones como en la realización de actividades que requieren de desplazamiento entre diversos puntos de la ciudad. En este sentido, muchos de los usuarios de estos medios de transporte corresponden a adultos que no cuentan con personas de apoyo, a las cuales les puedan solicitar ayuda al momento de planificar un desplazamiento nuevo en la ciudad, por lo que el nivel de autonomía que proporciona cada una de estas herramientas tecnológicas resulta un pilar fundamental para el acceso igualitario de esta población a los diferentes de transporte existente en la ciudad. En el caso de conductores de buses y tren subterráneo, es necesario que se implementen políticas abocadas a

su educación para la atención de esta población. De igual forma, es necesario que la urbanización de las ciudades contemple el uso de señaléticas táctiles o sonoras perceptibles para las personas con discapacidad visual y de esta forma darles una plena autonomía para desplazarse en la ciudad.

6. CONCLUSIONES

La integración de personas con discapacidad visual en las actividades cotidianas de la sociedad, que en muchos casos implica desplazarse entre distintos puntos de la ciudad, requieren de accesibilidad en todos los medios de transporte. De esta forma, surge la posibilidad de desarrollar y/o adaptar herramientas tecnológicas que permitan la utilización autónoma, segura y eficaz de las personas con discapacidad visual al utilizar los medios de transporte presentes en la ciudad para desplazarse en ella, sin la necesidad de depender de otra persona.

En la actualidad, los medios de transporte carecen de condiciones que faciliten su utilización por parte de personas con discapacidad visual sin tener que depender de otros usuarios para acceder a ellos. Tomando en cuenta que la carencia de visión imposibilita la conducción de un automóvil u otro medio de transporte, el transporte público se convierte en la única opción para que esta población pueda movilizarse de un punto a otro para realizar sus actividades diarias. Las políticas de integración social para las personas con discapacidad buscan que los medios de transporte se vuelvan accesibles en las ciudades de todo el mundo, planteando como principal tarea la implementación de recursos para orientar y educar a los conductores de buses y trenes subterráneos, y a los pasajeros con o sin discapacidad, sobre el correcto uso de los medios de transporte presentes en la ciudad y las medidas que favorecen la utilización de estos por parte de las personas ciegas. En este sentido, para que esta población pueda acceder y utilizar los medios de transporte, se han generado formas de consultas y debate a diversas instituciones [1][4], medidas que apuntan a conocer las necesidades de transporte de estas personas y trabajar eficientemente en brindarles soluciones adecuadas. Todas estas acciones buscan evitar discriminación social y favorecer la accesibilidad universal y la plena inclusión social de las personas con discapacidad en los medios de transporte, permitiendo así su desplazamiento efectivo e independiente en la ciudad.

En el marco de estas acciones, es factible que las personas con discapacidad visual accedan a los medios de transporte utilizando herramientas tecnológicas que les permitan llevar a cabo actividades de forma segura, autónoma y funcional cuando lo requieran. En este sentido, una propuesta basada en feedback sonoro permite proveer de información a personas con discapacidad visual para que puedan utilizar los medios de transporte existentes en la ciudad de forma independiente y apoyándose en sus habilidades previas de orientación y movilidad. Muchas de las barreras estructurales, de diseño y acceso a la información que esta población tiene para acceder y utilizar los medios de transportes, podrían evitarse si el diseño inicial de estos medios de transporte contemplara sistemas de apoyo basados en tecnología móvil. En este sentido, los cuatro software aquí descritos, surgen como una posibilidad para que personas con discapacidad visual recopilen información sobre el entorno físico, sobre todo aquella de carácter contextual, en relación a paradas, estaciones de detención, estaciones de combinación entre buses y estaciones de Metro, además de lugares de interés cercanos a los entornos que recorren como museos, servicios públicos u otros. En general, esta información sólo es perceptible utilizando el

canal visual, como ocurre en el caso de la ubicación de las paradas, los terminales de transbordo, los mapas de las rutas del servicio e incluso el valor de las tarifas a cancelar por el servicio. En este sentido, cada software permitió a los usuarios, tener acceso y manejar información de buses, líneas de Metro y recorridos entre sectores que son accesibles caminando, ya que cada uno de ellos provee herramientas que permiten a los usuarios desenvolverse autónomamente, comprender el funcionamiento de sistemas de rutas, valor del pasaje y en muchos casos orientarles en la configuración espacial de los mismos, reduciendo barreas arquitectónicas o de diseño para su desplazamiento entre los distintos puntos de la ciudad, favoreciendo su proceso de aprendizaje en la utilización de estos medios de transporte, mejorando el procesamiento de información y orientación espaciotemporal y sus habilidades de orientación y movilidad, al lograr trasladarse desde un punto a otro sin la necesidad de manejar información previa.

7. TRABAJO FUTURO

Comprendiendo que día a día la ciudad se transforma en un sistema que necesita puentes de comunicación entre diversos sectores, elementos y servicios, la utilización de tecnología móvil surge como una herramienta capaz de proveer información contextual de forma eficaz, facilitando el acceso autónomo a información que necesitan las personas con discapacidad visual para desplazarse, ya sea caminando o utilizando los medios de transporte terrestre y subterráneo. Por esto, se hace necesaria la implementación de *Audiometro*, *MBN*, *Audiotransantiago* y *AmbientGPS* en un dispositivo móvil del tipo Smartphone que, junto a un plan de datos (internet móvil) y un motor de voz TTS, facilite el acceso, análisis e interpretación de la información existente sobre los medios de transporte, actualizándola de forma tal de mantener al usuario informado de todos los eventos no contemplados en la planificación inicial de una ruta.

8. AGRADECIMIENTOS

Este reporte fue financiado por el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología, Fondecyt #1120330 y por el Proyecto CIE-05 Programa de Centros de Educación PBCT-Conicyt.

9. REFERENCIAS

- [1] Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad. Organización de las Naciones Unidas, ONU. <http://www.un.org/spanish/disabilities/default.asp?id=497> Last Access August 2011
- [2] Csete, J., Wong, Y.-H. and Vogel, D. 2004. Mobile devices in and out of the classroom. In L. Cantoni & C. McLoughlin (Eds.), ED-MEDIA 2004, (pp. 4729-4736). Proceedings of the 16th World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia & World Conference on Educational Telecommunications, Lugano, Switzerland, Norfolk VA: Association for the Advancement of Computing in Education.
- [3] De Freitas, S. and Levene, M. (2003), Evaluating the development of wearable devices, personal data assistants and the use of other mobile devices in further and higher education institutions. JISC Technol. and Stand. Watch Report: Wearable Technology. TSW, 03-05, pp. 1-21
- [4] Diario Oficial de la República de Chile. Normas sobre igualdad de oportunidades e Inclusión social de personas con discapacidad. Fecha de publicación 10 de febrero de 2010.
- [5] Gill, J. (2005), An Orientation and navigation System for Blind Pedestrians. The MoBIC Project at the University of Magdeburg (2005). <http://isgwww.cs.uni-magdeburg.de/projects/mobic/mobiruk.html> Last access, August 2011.
- [6] Guerrero, L., Ochoa, S., Pino, J. (2006). Selecting Computing Devices to Support Mobile Collaboration In: Group Decision and Negotiation , Volume 15, Issue 3, pp. 243-271
- [7] Loomis, J.; Klatzky, R, Golledge , R.; Cicinelli,J.;Pellegrino, J and Fry; P (1993) Nonvisual Navigation by Blind and Sighted: Assessment of Path Integration Ability, Journal of Experimental Psychology, 122, 1, pp. 73-91.
- [8] Lutz Robert J. 2006. Prototyping and Evaluation of Landcons: Auditory objects that Support Wayfinding of Blind Travelers. New Jersey Institute of Technology. ACM SIGACCESS Accessibility and Computing. Issue 86 (September 2006) Pages: 8 - 11. ISSN: 1558-2337. ACM New York, NY, USA.
- [9] Massof, R. (2003), Auditory Assistive Devices for the Blind, Proceedings of the 2003 International Conference on Auditory Display, Boston, MA, USA, pp.271-275
- [10] Sánchez, J and Maureira, E . (2007), Subway Mobility Assistance Tools for Blind Users. Lecture Notes in Computer Science, LNCS 4397 (C Stephanidis & M Pieper, Eds.), pp. 386-404, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007
- [11] Sánchez, J. and Salinas, A. (2008). Science Problem Solving Learning through Mobile Gaming. MindTrek 2008 Conference, October 8-9, 2008 , Tampere , Finland , pp. 49-53
- [12] Sharples, M.; Ardenillo-Sánchez, I.; Milrad, M and Vavoula, G. (2009). Mobile Learning Small Devices, Big Issues. Technology-Enhanced Learning, Part IV, 233-249, DOI: 10.1007/978-1-4020-9827-7_14
- [13] W. Yu, D. Reid and S. Brewster. Multimodal Virtual Reality versus Print Medium un Visualization for Blind People. In Proceedings of ACM ASSETS, Edinburgh, Scotland, pp.57, 2002.
- [14] Sánchez, J., Maureira, E. (2007). 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
- [15] Sánchez, J., Oyarzún, C. (2008) Mobile Audio Assistance in Bus Transportation for the Blind. Proceedings of the 7th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies with ArtAbilitation, in P. M. Sharkey, P. Lopes-dos-Santos, P. L. Weiss & A. L. Brooks (Eds.), pp. 279-286, Maia, Portugal, 8-11 September, 2008
- [16] Sánchez, J., Aguayo, F. (2009). Improving Blind Learners Outdoor Orientation and Mobility through AmbientGPS. 2009 Proceedings of the AERA Annual Meeting. San Diego, CA, USA, April 13-17, 2009, pp. 1-6.