



---

**Título artículo / Títol article:** Discapacidad visual y orientación urbana. Estudio piloto sobre planos táctiles producidos en Impresión 3D

**Autores / Autors** Jaume Gual  
Marina Puyuelo  
Joaquim Lloveras  
Lola Merino

**Revista:** *Psycology: Revista Bilingüe de Psicología Ambiental - Bilingual Journal of Environmental Psychology*, Volume 3, Number 2, May 2012 , pp. 179-190(12)

**Versión / Versió:** Post-print

**Cita bibliográfica / Cita bibliogràfica (ISO 690):** GUAL, Jaume, PUYUELO, Marina, LLOVERAS, Joaquim, MERINO, Lola. Discapacidad visual y orientación urbana. Estudio piloto sobre planos táctiles producidos en Impresión 3D. *Psycology: Revista Bilingüe de Psicología Ambiental*, 2012, Vol. 3, No 2, p. 179-190.

**url Repositori UJI:** <http://hdl.handle.net/10234/67800>

---

# Discapacidad visual y orientación urbana. Estudio piloto sobre planos táctiles producidos en Impresión 3D

JAUME GUAL<sup>1</sup>, MARINA PUYUELO<sup>2</sup>, JOAQUIM LLOVERAS<sup>3</sup>  
Y LOLA MERINO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitat Jaume I; <sup>2</sup>Universitat Politècnica de València;

<sup>3</sup>Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)



## Resumen

*El trabajo aquí expuesto presenta un estudio piloto llevado a cabo en Barcelona con personas invidentes y deficientes visuales. El objetivo del mismo ha sido analizar el uso y la eficacia de los planos táctiles producidos mediante Impresión 3D. Para ello se han empleado entrevistas estructuradas, observación directa, realización de mapas cognitivos y tareas con prototipos. De esta manera se ha tratado de profundizar en el valor instrumental y comunicativo de estos productos a la hora de interpretar, memorizar y comprender un determinado recorrido urbano, contrastándolo con la experiencia in situ, atendiendo a las dificultades que este tipo de personas presentan a la hora de visitar nuevos lugares. Los resultados obtenidos demuestran la utilidad de este tipo de técnica para memorizar recorridos por parte de este tipo de usuarios. Como limitación, el estudio muestra que los planos táctiles no resultan del todo eficientes pues precisan de apoyo verbal, hecho que dificulta su uso autónomo.*

*Palabras clave:* Orientación, wayfinding, accesibilidad, dispositivos hápticos, discapacidad visual.

# Visual Impairment and urban orientation. Pilot study with tactile maps produced through 3D Printing

## Abstract

*This article presents a pilot study conducted in Barcelona with blind and visually-impaired people. The aim was to analyze the use and efficacy of tactile maps produced by means of 3D printing. For this purpose, structured interviews were used, along with direct observation, the creation of cognitive maps and tasks with prototypes. The aim has been to examine the instrumental and communicative value of these products in terms of interpreting, memorizing and understanding a certain urban route, comparing this with experience in situ, focusing on the difficulties faced by the visually disabled when visiting new places. Findings show the utility of this type of technique in aiding visually disabled users to memorize routes. As a limitation, this study shows that tactile maps are not wholly efficient since they require verbal support, which makes it hard for them to be used autonomously.*

*Keywords:* Orientation, wayfinding, accessibility, haptic devices, visual impairment.

*Agradecimientos:* Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación dentro del Programa Nacional de Investigación Fundamental, Plan Nacional de I+D+I, en el proyecto, 'Estudio y diseño de elementos de orientación, soportes de comunicación y otros accesorios para la mejora de la accesibilidad en distintos ámbitos de interpretación del patrimonio natural y/o construidos' (DPI2008-03981/DPI).

Por otro lado, se ha de agradecer especialmente la colaboración desinteresada: del Centro de Recursos Educativos de la ONCE de Barcelona y del personal del Programa d'Atenció a les Discapacitats de la Universitat Politècnica de Catalunya. El estudio, además, ha sido realizado dentro del Programa de Mobilitat del Personal Investigador de la Universitat Jaume I (E-2010-32) financiado por la Fundació Caixa Castelló-Bancaixa.

*Correspondencia con los autores:* Jaume Gual. Departamento de Ingeniería de Sistemas Industriales y Diseño. Universitat Jaume I. Camus Riu Sec, s/n, 12071 Castellón. Correo electrónico: jgual@esid.uji.es

2 *Psychology*, 2012, 3 (2), pp. 0-0

## INTRODUCCIÓN

### Objetivo

El objetivo de este estudio ha sido evaluar la utilidad y eficacia de planos táctiles, producidos con Impresión en 3D y orientados al aprendizaje de un recorrido urbano por parte de personas con discapacidad visual.

### Antecedentes

Este estudio se contextualiza dentro de la filosofía de diseño inclusivo, estrechamente ligada al concepto de *usabilidad*. En el marco de diseño de productos, se entiende como *usabilidad*, según las normas ISO 13407 de la *International Organization for Standardization*, el ámbito en el cual un producto puede ser utilizado por usuarios específicos con el fin de conseguir objetivos específicos tales como eficacia, eficiencia y satisfacción en contextos concretos de uso (AENOR, 2000).

Hay que señalar que la utilidad de este tipo de dispositivos, en lo relativo a planos en relieve para facilitar la movilidad, orientación espacial y la autonomía de usuarios invidentes y con deficiencia visual, queda fuera de duda según diversos estudios (Blades, Ungar y Spencer, 2010; Lillo, 1992; Spencer y Travis, 1985). Por regla general estos estudios se relacionan, por un lado, con el concepto de *wayfinding* (Golledge, 1992), como la ruta aprendida necesaria para la orientación de las personas y, por otro, con el concepto de mapa cognitivo o representación mental del entorno (Jacobson, 1998). Así, los mapas táctiles son facilitadores del conocimiento espacial y, en una dimensión más concreta, son recursos para el aprendizaje de un recorrido determinado del medio urbano.

La experiencia que muestra este artículo se relaciona de un modo directo con el estudio de Caddeo, Fornara, Nenci y Pirodi (2006), sobretudo, por el uso de metodologías de carácter cualitativo, la realización in situ del recorrido por parte de los usuarios interesados y el empleo de videograbación para el registro de las pruebas. En el estudio de Caddeo participaron tanto usuarios invidentes como deficientes visuales. Su objetivo fue evaluar la utilidad de planos táctiles en el aprendizaje de un itinerario previamente desconocido para los participantes. Se diseñaron dos grupos, uno de ellos aprendió el recorrido mediante descripción verbal y sin empleo de ayudas táctiles, mientras que al segundo grupo, además se le proporcionó la posibilidad de emplear planos táctiles para aprender la ruta. Los investigadores midieron la cantidad de errores cometidos durante la realización del recorrido, así como el tiempo empleado en finalizarlo. Se consideraba un error si un participante se desviaba más de 5 metros del recorrido durante su realización. En este caso el investigador detenía al participante y lo reconducía de nuevo sobre el recorrido. En este estudio se refleja que con el apoyo de dispositivos táctiles los usuarios mostraron más confianza y un conocimiento más preciso del entorno, hechos que permitieron realizar la ruta en menos cantidad de tiempo.

El material empleado para la producción de los planos táctiles en todos los estudios previos citados fue realizado con técnicas tradicionales: microencapsulado y termoconformado. Estas técnicas se describirán más adelante.

En este artículo se presenta las posibilidades de uso para memorizar recorridos de planos táctiles realizados en Impresión en 3D. Con este método se consiguen piezas policromadas de mayor complejidad geométrica y se pueden realizar productos próximos al ámbito de las maquetas táctiles como muestran en su trabajo Voigt y Martens (2006). Hasta el momento las maquetas táctiles se realizan con una alta carga de trabajo artesanal.

### Producción y diseño de planos táctiles

Los sistemas de fabricación de planos táctiles más usuales son el termoconformado y el microencapsulado (Rowell y Ungar, 2003a). El termoconformado consiste en transmitir a una lámina de termoplástico el relieve de un plano matriz mediante la aplicación de pre-

sión y calor. De esta manera, la lámina de termoplástico se deforma sobre el plano matriz hasta reproducir la forma de este último. En el microencapsulado se emplea un tipo de lámina especial, denominada lamina fúser. Sobre esta lámina se copia el plano en tinta negra, para después introducirla en un horno especial (horno Fúser) que le proporcionará el calor con el cual las zonas de la lámina en color negro terminarán elevándose y generando el relieve deseado.

En el campo de la producción es importante apuntar, también, hacia las posibilidades abiertas con las recientes técnicas de impresión en 3D. Estas técnicas son capaces de reproducir dispositivos táctiles con una mayor complejidad geométrica desde modelos virtuales realizados con técnicas de Diseño Asistido por Ordenador (Voigt y Martens, 2006). Además estas piezas pueden ser impresas en policromía. Estos hechos representan una ampliación de las posibilidades de uso en planos para el aprendizaje del entorno urbano, combinado los atributos de los planos táctiles tradicionales con los de la maqueta a escala del entorno representado. Su limitación se encuentra en su escasa portabilidad, condición ésta que limita el uso de este reciente sistema al empleo en casa. Según señalan algunos autores, las configuraciones tridimensionales pueden mejorar la comprensión de estos productos por parte del colectivo de usuarios con deficiencia visual o cieguera (Thompson y Chronicle, 2006).

Es de especial interés para este estudio algunos de los documentos que tratan específicamente los requerimientos de diseño en diversos aspectos, tales como cuestiones formales-dimensionales; aspectos de contenidos; cuestiones de preferencias, capacidades y necesidades de usuarios; o pautas en el uso de leyendas, texturas, adecuación de la escala, rotulación de la información o en el empleo de símbolos táctiles, entre otros (Edman, 1992; Rowell y Ungar, 2003b). En algunos de estos trabajos se entrevé cierto deseo de que el usuario juegue un rol fundamental en el proceso de diseño (Rowell y Ungar, 2003), en sintonía con las metodologías del Diseño Centrado en el Usuario (Juratovac, 2004).

Estas pautas de diseño atienden a la menor agudeza del sentido táctil respecto al visual. De modo general esta condición se traduce en una simplificación general del plano. Éste debe contener menos información que su versión visual y además ésta selección de información debe mostrarse sintetizada. Por otro lado, la elevación de los elementos que componen el plano debe seguir unas condiciones de perceptibilidad al tacto, es decir, una altura de relieve mínima, así como una distribución compositiva que facilite la discriminación y minimice la confusión entre elementos (Edman, 1992).

### Perfil del usuario

Cabe recordar ahora algunos aspectos que se relacionan tanto con el perfil propio e individual del usuario, como con el diseño del propio producto.

Por un lado, en lo relativo a estos usuarios, es importante reconocer que se trata de un grupo cuyo grado de conocimiento de las estrategias de lectura háptica resulta fundamental para la comprensión de estos dispositivos. Este conocimiento permite reconocer la información ofrecida en un producto táctil con mayor precisión y eficacia, incluso en contextos reales (Perkins y Gardiner, 2003). Por otro lado, la diferencia entre invidentes congénitos y tardíos condiciona la familiarización con estas estrategias de lectura y también con la posibilidad de haber accedido a una memoria visual facilitadora del entendimiento de las convenciones gráficas. Todo ello redundará en su capacidad para codificar la información de un ente de naturaleza gráfico-táctil y en su correcto entendimiento del medio, siempre y cuando se codifique la información de un modo eficiente (Blades *et al.*, 2010). A pesar de ello, y de la conocida baja capacidad del tacto para procesar información respecto a la visión, estos hechos no impiden que los gráficos tangibles puedan llegar a suministrar una información equivalente a la adquirida por los tradicionales gráficos visuales, con un entrenamiento adecuado del usuario y con unas características concretas de la información representada (Lillo, 1992). Para codificar esta información es importante atender varios aspectos. Un primero, es combinar la descripción verbal con la exploración táctil. De este modo, se completa la

4 *Psychology*, 2012, 3 (2), pp. 0-0

información adquirida a través del tacto en cualquiera de los soportes físicos posibles: planos, modelos y dibujos tangibles, entre otros (Consuegra, 2002), atendiendo a que, el tacto y el oído son los sentidos con los que una persona invidente adquiere, en gran medida, la mayor parte de la información. Esta estrategia mejora el entendimiento preciso del entorno representado en el plano (Spencer y Travis, 1985). Un segundo aspecto, pasa por reconocer el rol de la memoria háptica en invidentes. Un usuario ciego explora de modo secuencial un plano táctil, a diferencia de lo que ocurre en el fenómeno visual, que es simultáneo y precisa menos tiempo para captar la misma información (Ballesteros, 1993). Otro aspecto que interesa señalar es la importancia que adquiere para la movilidad por el medio urbano el conocimiento de las técnicas de uso del bastón blanco, ya que mediante éstas se detectan límites, pavimentación táctil y obstáculos que facilitan la orientación. El sentido auditivo también resulta fundamental para, por ejemplo, cruzar un paso peatonal sin la ayuda de semáforos adaptados; y el olfativo para reconocer, por ejemplo, áreas con vegetación. Por último, caben anotar dos cuestiones importantes, por un lado, la carga de ansiedad que se genera en estos usuarios a la hora de visitar lugares para los que no están familiarizados (Jacobson, 1998); y por otro lado, la gran importancia de la experiencia directa, es decir de la realización práctica del recorrido. Según Jacobson (1998) y Espinosa, Ungar, Ochaíta, Blades y Spencer (1998), el estudio de mapas cognitivos debe ir acompañado de la experiencia práctica del medio para abordar eficazmente los problemas que las personas con discapacidad visual se encuentran en el entorno real.

## MÉTODO

### Participantes

En este estudio piloto han intervenido 3 usuarios interesados en el desarrollo de productos táctiles. Se trata de usuarios con deficiencia visual o ceguera. Dos varones y una mujer (Tabla I). Los rangos de edad de esta muestra van de los 21 años a los 55:

*Usuario A.* Se trata de un invidente congénito. Experto en la materia, conocedor del sistema braille. Posee muy buenas destrezas en la lectura de planos táctiles. Está muy familiarizado con la ciudad de Barcelona y también con la zona del ámbito de estudio, aunque no ha realizado nunca el itinerario propuesto.

*Usuario B.* Se trata de un deficiente visual, cuya discapacidad ha sido sobrevenida. Desconocedor del sistema braille. Posee una nula experiencia en la lectura de planos táctiles. Está poco familiarizado con la ciudad de Barcelona y muy poco con la zona del ámbito de estudio.

*Usuario C.* Se trata de un invidente sobrevenido. Lector habitual del sistema braille. Posee muy poca experiencia en la lectura de planos táctiles. Está familiarizado con la ciudad de Barcelona y muy poco con la zona del ámbito de estudio.

TABLA I  
*Resumen del perfil de usuarios*

	Discapacidad visual	Conocimiento Braille	Nivel de lectura háptica	Conocimiento del área de estudio	Conocimiento previo del itinerario
Usuario A	Invidente congénito	Avanzado	Avanzado	Avanzado	No
Usuario B	Deficiente visual adquirido	No	No	No	No
Usuario C	Invidente sobrevenido	Avanzado	Pobre	No	No

### Instrumentos y medidas

La metodología empleada en este estudio se basa fundamentalmente en el uso de técnicas cualitativas de investigación: entrevistas en profundidad y observación directa (Laurel, 2003). También se han empleado evaluación mediante mapas cognitivos y técnicas propias del ámbito de la usabilidad como son la realización de tareas con usuarios sobre prototipos preliminares (*mockups*) (Aldersey-Williams, Bound y Coleman, 1999).

### Registro e informes

Se han registrado todas las actividades mediante videograbación digital e informe final sintético para cada usuario y de cada una de las sesiones.

### Material empleado

Principalmente, para la realización de esta experiencia se han empleado dos tipos de planos en relieve. Los planos empleados se han diseñado para su uso y memorización en casa, atendiendo a los datos sobre las preferencias de los usuarios aportados por Rowell y Ungar (2005). Estos planos representan el ámbito de actuación desde diferentes escalas. Para su diseño se han seguido las recomendaciones de Edman (1992).

*Plano A.* Realizado mediante técnicas de producción de corte y fresado de láminas de polímero rígido. Escala 1:2800. El propósito de éste era situar de un modo general y amplio a los usuarios en la zona estudiada. Contaba con la información sintetizada para entender el siguiente plano. Para simplificar su uso carecía de leyendas (Figura 1).

FIGURA 1  
*Plano A, de situación*

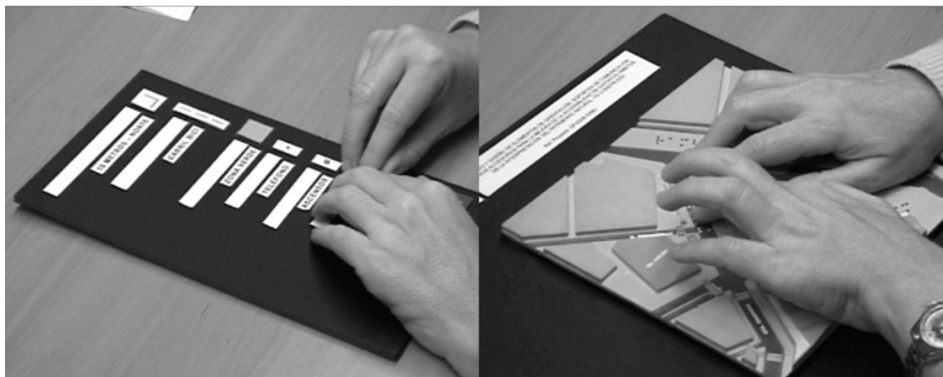


*Plano B.* Impresión 3D en color. Escala 1:1500. El objetivo de éste era representar, de manera ampliada y con mayor detalle, la zona de estudio para memorizar el reco-

6 *Psychology*, 2012, 3 (2), pp. 0-0

ruido propuesto. El *Plano B* contaba con un soporte de leyendas separado en el que se representaban símbolos táctiles, propuestos por los investigadores, y sus correspondientes designaciones en braille y macrotipo. Éste contaba con una mayor carga informativa (Figura 2).

FIGURA 2  
Soporte de leyendas y *Plano B*. Impresión en 3D (color)



### Diseño y procedimiento

En primer lugar, con el *Usuario A* se han mantenido tres entrevistas en profundidad no estructuradas. El objetivo de éstas era tener un primer punto de vista de un usuario experimentado que validase el material empleado, antes de iniciar el resto de actividades. El *Usuario A* no participó en las sesiones siguientes con el fin de validar los planos a partir de personas que desconocían el área trabajada.

En segundo lugar, con los *Usuarios B* y *C* se han realizado dos sesiones (*Sesión 1* y *2*) con cada uno de ellos. La *Sesión 1* constaba de dos partes (*Parte 1* y *2*) que se realizaron en instalaciones de la *Universitat Politècnica de Catalunya*.

*Sesión 1*. Entrevista estructurada en profundidad (*Parte I*) y contacto con los planos en relieve (*Parte II*).

*Sesión 1, Parte I*. Consistía en una entrevista en profundidad estructurada en los bloques temáticos: Datos personales; Conocimiento y vivencia del medio (en este caso, tanto de la ciudad de Barcelona, como de la zona del ámbito de estudio); Conocimiento y grado de experiencia en el empleo de ayudas técnicas para la orientación y la movilidad; y, Conocimiento y grado de experiencia en el empleo de los productos táctiles, especialmente en planos destinados a memorizar recorridos.

*Sesión 1, Parte II*. Se mostraba el *Plano A*. Se describía lo que en él se representaba, así como el recorrido propuesto, y sobre él los usuarios identificaban de modo general la zona de estudio y los elementos empleados para su representación.

Una vez familiarizados con la zona, se iniciaba la Tarea 1. Se mostraba el soporte donde se ubicaba la leyenda del *Plano B*, sin dar información sobre los contenidos representados, ni tampoco sobre las características visuales, ni táctiles. Sobre éste conjunto, los usuarios debían reconocer cada uno de los elementos representados. Se les pedía una descripción verbal del símbolo táctil y de sus designaciones. Se medía la cantidad de aciertos y errores en la realización de la tarea.

Después de familiarizar a los participantes con el soporte de las leyendas, se mostraba el *Plano B*. En este caso, los usuarios tomaban libremente contacto con el plano. Se pedía al usuario que describiese verbalmente los distintos elementos y sensaciones experimentadas al contacto con el dispositivo táctil. Se observaba el grado de reconocimiento de los distintos elementos. Después, se le pedía al usuario la Tarea 2 que consistía en identificar, en el *Plano B*, algunos símbolos representados en el soporte ante-

rior, pudiendo hacer uso de este último si lo consideraban necesario. Se observaba la discriminación de la simbología. Después, el investigador recordaba a los sujetos el recorrido y les solicitaba la Tarea 3, que consistía en llevar cabo el itinerario con la yema de los dedos, describiendo los elementos que detectaban en el transcurso de éste. La Tarea 4 consistía en el dibujo esquemático del mapa cognitivo del lugar, por parte de los participantes. Con esta última actividad se evaluaba la comprensión del área estudiada y del recorrido propuesto.

*Sesión 2. Realización del recorrido en el contexto real. Experiencia in situ.*

En esta sesión, los participantes debían realizar la Tarea 5, es decir, el trayecto propuesto en el ambiente real según las recomendaciones de algunos autores. Se medía la cantidad de errores cometidos para realizarla. Si el participante se desviaba 3 m del recorrido, el investigador lo detenía, lo consideraba un error, y lo volvía a reconducir por el trayecto correcto siguiendo la sistemática de Caddeo *et al.* (2006) Además, se les pedía que fuesen realizando una descripción verbal que avanzase la secuencia de hitos y obstáculos que esperaban ir encontrándose mientras realizaban el recorrido. Al finalizar la sesión se realizaba una entrevista no estructurada con los participantes para determinar el grado de satisfacción del dispositivo en relieve para la realización del recorrido y para conocer si se atreverían a realizar el recorrido por si solos y, si se atreverían a realizar cualquier otro recorrido similar en el área expuesta en el Plano B, aunque no la hubiesen trabajado en las sesiones anteriores.

Véase la tabla II para comprender resumidamente el diseño del experimento.

TABLA II  
Resumen de las actividades y sesiones empleadas en el estudio

Actividades y tareas	Descripción	Sesiones
Entrevista 1	Entrevista inicial	Sesión I. Parte I
Tarea 1	Código táctil de leyenda	Sesión I. Parte II
Tarea 2	Identificación de símbolos táctiles	
Tarea 3	Itinerario con la yema de los dedos	
Tarea 4	Mapa cognitivo	
Tarea 5	Trayecto in situ	Sesión II
Entrevista 2	Entrevista final	

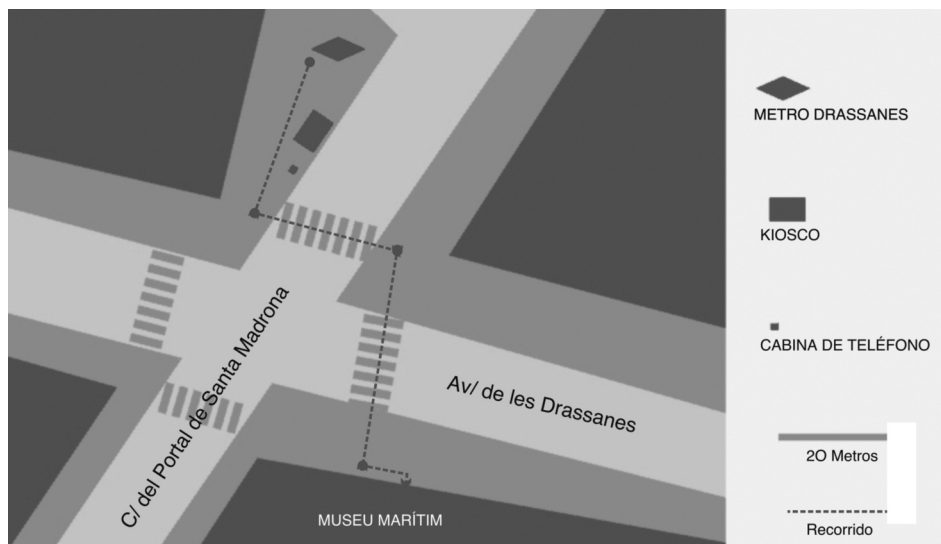
### Ámbito de estudio

Esta experiencia se ha llevado a cabo en la ciudad de Barcelona, en el distrito de *Ciutat Vella*, en la zona conocida como *Drassanes*, donde se ubicaban las antiguas e históricas dependencias portuarias.

Concretamente, la actividad se ha realizado en las proximidades del *Museu Marítim*. El itinerario escogido representa el acceso más corto al museo desde la salida del Metro de *Drassanes*. Se trata de un itinerario sin aparente dificultad, por ser una experiencia piloto, aunque hay que señalar que en el trayecto apenas existen referencias límites para el bastón blanco, ni tampoco pavimentación táctil, ni semáforos adaptados con dispositivos sonoros, hechos que dificultan la orientación. La longitud del recorrido es de unos 100 m (Figura 3).



FIGURA 3  
Esquema del recorrido



## RESULTADOS

De las entrevistas de la *Sesión 1 (Parte I)*, se señala que los tres usuarios precisaban ayuda de terceros para visitar un nuevo lugar, y hacerlo sólo les generaba ansiedad. El protocolo que seguían para aprender un itinerario similar consistía en recibir la ayuda de un Técnico de Rehabilitación o persona de confianza para hacer el recorrido primero con su ayuda. Para aprenderlo no empleaban planos táctiles y solían repetir la experiencia entre 4 y 6 veces hasta poseer la confianza suficiente para realizar el recorrido autónomamente. El recorrido diario a su lugar de trabajo o estudio lo realizaban sin demasiados problemas.

El *Usuario B* no empleaba ayudas para la movilidad porque se sentía estigmatizado, por ejemplo, en el uso del bastón blanco, aunque profesionales en contacto con él le recomendaban su uso. No empleaba tecnología GPS para la orientación. Ésta se encuentra, sobretudo, desarrollada para transitar con vehículos. Pero empleaba teléfono móvil adaptado mediante texto ampliado en macrotipo. La valoración realizada por estas ayudas era alta. Para su vivencia cotidiana este usuario empleaba lupas de ampliación para la lectura y el sistema operativo de su ordenador estaba adaptado. Valoraba muy positivamente estos dispositivos para su desarrollo cotidiano. En cuanto al grado de conocimiento de los mapas táctiles, el *Usuario B* no tenía ninguna experiencia en la lectura de éstos. No tenía una estrategia sistematizada de lectura háptica de planos. Consideraba que estos recursos pueden ser útiles.

Por su parte, El *Usuario C* estaba muy familiarizado con el empleo de ayudas para la movilidad y orientación, empleaba el bastón blanco y tenía experiencia con perros guía. No estaba familiarizado con la tecnología GPS. Utilizaba teléfono móvil adaptado mediante sintetizador de voz. La valoración de la utilidad de estas ayudas era muy alta. Empleaba productos diversos para el desarrollo de su vivencia cotidiana, entre otros, sintetizadores de voz y línea braille para trabajar con el ordenador, así como máquina *Perkins* de escritura e impresión en código braille. Valoraba muy positivamente estos dispositivos para su desarrollo cotidiano. En cuanto al grado de conocimiento de los mapas táctiles, El *Usuario C* había tenido un poco de experiencia en el pasado durante su etapa de adaptación a su ceguera. No tenía una estrategia sistematizada de lectura háptica de planos. Consideraba que estos recursos pueden ser muy útiles.

De la *Sesión 1 (Parte II)*. El *Usuario B* realizó las Tareas 1, 2 y 3 sin errores, ni dificultades destacables según la observación directa. Durante la Tarea 3, este participante valoró especialmente que se incluyeran los vados en relieve contrastado en color junto con los pasos peatonales, también contrastados. Esta tarea la realizó sin ayuda verbal del investigador. Durante la Tarea 4 tampoco se observaron desajustes y dibujó un plano cognitivo detallado en el que sólo hubo un error de confusión entre nombres de referencias similares, confundió la estatua de Colón con el Edificio Colón.

En la *Sesión 2*, el *Usuario B* realizó la Tarea 5 al primer intento y sin errores. En la entrevista final, valoró muy positivamente los dispositivos táctiles empleados para el aprendizaje del recorrido. Se atrevería a realizar el recorrido por sí sólo, aunque reconoció que no se atrevía a realizar un nuevo recorrido dentro del área expuesta en el *Plano B*.

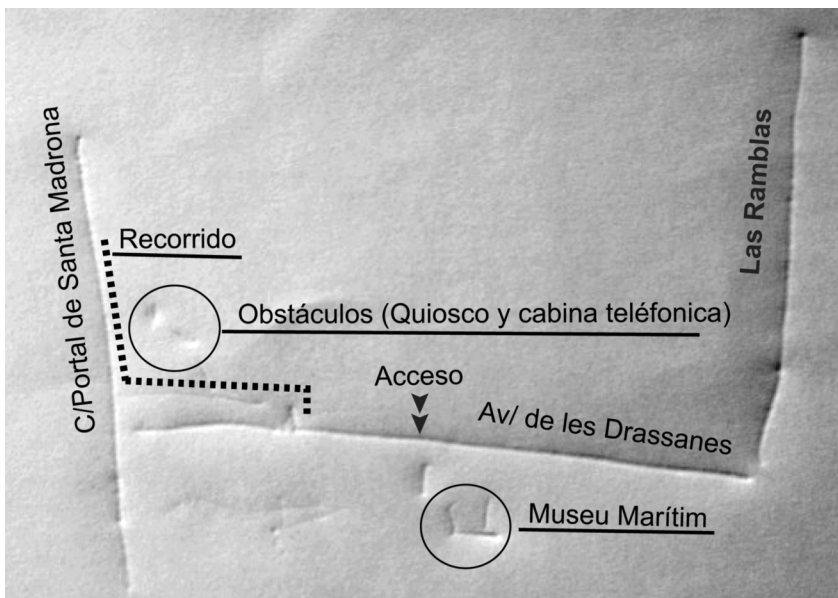
Respecto a la *Sesión 1 (Parte II)* realizada con el *Usuario C*, en la Tarea 1, tan sólo tuvo algún problema menor a la hora de leer el texto en braille, confundiendo algunas letras de la designación del Paso de Cebra.

En la Tarea 2, el *Usuario C* cometió aproximadamente un 60 % de errores en la descripción de la forma de los símbolos. Aunque sus descripciones se aproximaban bastante a los atributos formales de éstos. Por ejemplo, este participante en la descripción del símbolo del metro, en forma de "U", describía una "V". No hubo dificultades en la discriminación de símbolos, a excepción de alguna vacilación. Esta vacilación se produjo entre la representación del quiosco y la cabina de teléfonos, las cuales tenían formas similares, cúbicas, pero se diferencian sólo por su tamaño y diferencia de altura.

Respecto a la Tarea 3, el *Usuario C* identificó en la leyenda los símbolos de mayores dimensiones sin ayuda verbal, así iba discriminando los elementos representados y memorizando la secuencia del recorrido. Preciso de asistencia verbal para comprender y ejecutar el recorrido con la yema de los dedos.

Por último, en la Tarea 4, el *Usuario C*, realizó un dibujo menos preciso (Figura 4), pero con la carga informativa necesaria para realizar el itinerario en la siguiente sesión.

FIGURA 4  
Mapa cognitivo del Usuario C



Por último, en la *Sesión 2*, la Tarea 5, el *Usuario C* la realizó en un primer intento con un error, e incluso iba describiendo correctamente según caminaba con el bastón blanco, la

10 *Psychology*, 2012, 3 (2), pp. 0-0

secuencia de obstáculos y giros que debía realizar (Figura 5). Al segundo intento ejecutó el itinerario sin errores y de manera autónoma.

FIGURA 5  
*Imágenes de un usuario realizando la Sesión 2*



Para finalizar, respecto a las entrevista final, el *Usuario C* valoró muy positivamente que en el *Plano B* se precisará los obstáculos posibles (quiosco y cabina de teléfonos), ya que éstos fueron referencias básicas en la orientación. Aseguró que se atrevería a realizar el recorrido solo, pero no se atrevería a realizar un nuevo recorrido similar del área expuesta en este plano. Consideró muy útil el *Plano B* para el aprendizaje del recorrido.

## DISCUSIÓN

En primer lugar, hay que recordar que este estudio trata de ser una primera experiencia piloto con una muestra pequeña y que, por lo tanto, los datos obtenidos se encuentran condicionados por este hecho. A pesar de ello, la experiencia parece un buen punto de partida para futuras investigaciones. Conviene destacar que la novedad de este estudio se centra en el uso combinado de la Impresión en 3D como técnica para producir planos táctiles y la evaluación del aprendizaje de un recorrido urbano mediante la realización real del recorrido aprendido.

En segundo lugar, cabe constatar la utilidad de los mapas en relieve para el aprendizaje de un recorrido urbano (Blades, Ungar y Spencer, 2010; Lillo, 1992; Spencer y Travis, 1985), teniendo en cuenta, tanto los mapas cognitivos realizados (Tarea 4), como la aparente facilidad con la que han realizado el recorrido real los *Usuarios B y C* (Tarea 5). Por otro lado, el hecho de que mediante únicamente ayuda verbal descriptiva un itinerario similar lo realicen con ayuda de un acompañante entre 4 y 6 veces y que con un aprendizaje previo mediante planos táctiles, finalmente, lo hayan realizado en menos ocasiones,

indica que estos dispositivos sirven también para reducir el tiempo del aprendizaje in situ, aunque para ello haya que invertir tiempo una sesión previa de exposición a los planos táctiles urbanos.

El itinerario puede considerarse fácil por su longitud, pero no presentaba límites referenciales para una óptima orientación. Es evidente que cada itinerario real es diferente y cada experiencia de investigación en este sentido es poco comparable, pero en sintonía con el trabajo de Caddeo *et al.* (2006) se entrevé que la exposición a planos táctiles para la ejecución de un recorrido mejora la realización de éste.

Los dos usuarios han valorado muy positivamente la utilidad de estos dispositivos, sobre todo, del *Plano B* (Impresión en 3D). Ésta respuesta puede considerarse aceptable si se tiene en cuenta que ninguno de ellos suele realizar salidas, sin acompañante, a lugares desconocidos por motivos de inseguridad, tal y como se observa en la segunda entrevista. Se apunta, por lo tanto, a la importancia del aprendizaje previo del entorno mediante planos táctiles para aumentar su confianza en las experiencias con nuevos ambientes y recorridos urbanos (Jacobson, 2006).

Por otro lado, cabe destacar las posibilidades de uso de estos dispositivos en el colectivo de usuarios con restos visuales (Usuario B): el tacto activo sobre el mapa en relieve con colores contrastados puede reforzar la comprensión de estos productos, incluso sin ayuda verbal. Se constata la importancia de la descripción verbal (Consuegra, 2002), en este caso para la comprensión de un recorrido y mejora de la orientación en personas invidentes. Sin ésta, la comprensión del plano por parte del *Usuario C* hubiese resultado poco factible, incluso con unas estrategias sistematizadas de lectura háptica. Aunque los *Planos A y B* pueden mejorarse, en general, el uso de estos productos se puede considerar eficaz, pero no eficiente desde la óptica de la *usabilidad* (AENOR, 2000). El reto se encuentra en resolver el producto para su utilización autónoma.

En cuanto a las posibilidades de mejora que ofrece la Impresión en 3D respecto otras técnicas, destaca que algunos símbolos de la leyenda (Tarea 1), difícilmente representables con las técnicas de producción tradicionales, se han discriminado por sus atributos volumétricos (Thompson y Chronicle, 2006) y se localizaban con facilidad por contraste de altura. En un futuro, además, estas técnicas podrían permitir la memorización de recorridos urbanos a partir de la impresión en 3D de archivos descargados desde Internet, gracias a los avances de los recursos *on line* de geoposicionamiento como el GIS.

## Referencias

- AENOR (2000). *Une-En Iso 13407. Procesos de diseño para sistemas interactivos centrados en el operador humano*. Madrid: AENOR.
- ALDERSEY-WILLIAMS, H., BOUND, J. & COLEMAN, R. (1999). *The methods lab: User research for design*. UK: Design for Ageing Network (DAN).
- BALLESTEROS, S. (1993). Percepción háptica de objetos y patrones realzados: Una revisión. *Psicothema*, 5 (2), 311-321.
- BLADES, M., UNGAR, S. & SPENCER, C. (2010). Map use by adults with visual impairments. *The Professional Geographer*, 51 (4), 539-553.
- CADDEO, P., FORNARA, F., NENCI, A. M. & PIRODDI, A. (2006). Wayfinding tasks in visually impaired people: The role of tactile maps. *Cognitive Processing*, 7, 168-169.
- CONSUEGRA CANO, B. (2002). *El acceso al patrimonio histórico de las personas ciegas y deficientes visuales*. Madrid: ONCE.
- EDMAN, P. (1992). *Tactile graphics*. Nueva York: American Foundation for the Blind.
- ESPINOSA, M. A., UNGAR, S., OCHAFTA, E., BLADES, M. & SPENCER, C. (1998). Comparing methods for introducing blind and visually impaired people to unfamiliar urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 18, 277-287.
- GOLLEDGE, R. G. (1992). Place recognition and wayfinding: Making sense of space. *Geoforum*, 23 (2), 199-214.
- JACOBSON, R. D. (1998). Cognitive mapping without sight: Four preliminary studies of spatial learning. *Journal of Environmental Psychology*, 18 (3), 289-305.

12 *Psychology*, 2012, 3 (2), pp. 0-0

- JURATOVAC, J. (2004). Building a bridge to the end user: How industrial designers contribute to product development. *The PDMA Handbook of New Product Development*, 389-405.
- LAUREL, B. (2003). *Design research: Methods and perspectives*. Cambridge, MA: MIT Press.
- LILLO JOVER, J. (1992). Gráficos tangibles y orientación en el invidente. *Psicobema*, 4 (2), 429-444.
- PERKINS, C. & GARDINER, A. (2003). Real world map reading strategies. *The Cartographic Journal*, 40 (3), 265-268.
- ROWELL, J. & UNGAR, S. (2003a). The world of touch: An international survey of tactile maps. Part 1: Production. *British Journal of Visual Impairment*, 21 (3), 98-104.
- ROWELL, J. & UNGAR, S. (2003b). The world of touch: An international survey of tactile maps. Part 2: Design. *British Journal of Visual Impairment*, 21 (3), 105-110.
- ROWELL, J. & UNGAR, S. (2005). *Feeling our way: Tactile map user requirements a survey*. En International cartographic conference, La Coruña.
- SPENCER, C. & TRAVIS, J. (1985). Learning a new area with and without the use of tactile maps: A comparative study. *British Journal of Visual Impairment*, 3 (1), 5-7.
- THOMPSON, L. & CHRONICLE, E. (2006). Beyond visual conventions: Rethinking the design of tactile diagrams. *British Journal of Visual Impairment*, 24 (2), 76-82.
- VOIGT, A. & MARTENS, B. (2006). *Development of 3D tactile models for the partially sighted to facilitate spatial orientation*. En 24th eCAADe Conference (Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe), Bruselas.