

## DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO DE UNA HERRAMIENTA PARA QUE USUARIOS NO VIDENTES CONSTRUYAN MAPAS CONCEPTUALES

*Jaime Sánchez, Paola Alarcón, Héctor Flores*  
*Universidad de Chile, Chile*  
*jsanchez@dcc.uchile.cl, palarcon@c5.cl, hflores@c5.cl*

**Abstract.** Los mapas conceptuales han sido utilizados en las últimas décadas como una técnica efectiva para la construcción de significado. En la educación, por ejemplo, los mapas han sido clave para apoyar el aprendizaje significativo en el aula. Sin embargo, su naturaleza gráfica restringe la utilización por parte de aprendices con discapacidad visual. Por esta razón, basándonos en nuestra experiencia en el uso de tecnologías interactivas basadas en audio para apoyar el desarrollo cognitivo de aprendices ciegos, hemos desarrollado AudiodMC, un editor de mapas conceptuales basado en sonido para usuarios no videntes. En este trabajo se muestra cómo un diseño de software basado en el usuario permite construir una herramienta que se ajusta a las necesidades, intereses y formas de interacción de estos usuarios. Describimos, analizamos y discutimos las tres etapas que conformaron nuestra investigación: observación de usuarios, diseño de software y evaluación de usabilidad. Finalmente, discutimos las proyecciones del uso de AudiodMC como herramienta para apoyar la construcción de significados en aprendices ciegos.

### 1 Introducción

Los mapas conceptuales son instrumentos que pueden llevar a profundas modificaciones en la manera de enseñar, evaluar y aprender (Novak y Gowin, 1984; Novak, 1998). Procuran incentivar el aprendizaje significativo y entran en conflicto con técnicas dirigidas al aprendizaje mecánico (Moreira, 1998). El aprendizaje significativo implica que el aprendiz haga suyo un nuevo contenido a partir de las relaciones que establece con saberes previos, bajo condiciones de significatividad lógica, psicológica y una actitud activa y de motivación. Aprender es establecer relaciones de significado (Ausubel et al., 1978). Ausubel entiende que una teoría del aprendizaje escolar que sea realista y científicamente viable debe ocuparse del carácter complejo y significativo que tiene el aprendizaje verbal y simbólico. Con el objeto de lograr esa significatividad, debemos prestar atención a todos y cada uno de los elementos y factores que afectan al aprendiz y que pueden ser manipulados para tal fin (Rodríguez, 2004).

Un mapa conceptual es una expresión gráfica de las relaciones de un conjunto de conceptos y la naturaleza de éstas. Nos permite, de una sola vez, identificar los conceptos más relevantes de un contenido, relacionarlos y organizarlos jerárquicamente, generando una representación gráfica de los esquemas mentales asociados a dicho contenido (Novak & Gowin, 1984). Los mapas conceptuales son una forma de poner en práctica el aprendizaje significativo, pero su aplicación requiere de cierto entrenamiento previo.

Asistir la construcción de mapas conceptuales a través de software para diseñar acciones pedagógicas significativas, es una idea que permite facilitar y orientar la tarea, centrándose en los usos y propósitos del aprendizaje significativo y minimizando la complejidad de la técnica (Novak, 2003). Existe también cierto consenso acerca del aporte de las tecnologías al diseño y uso de mapas conceptuales. Un ejemplo de esto es CMaptools, herramienta altamente utilizada para la creación de mapas conceptuales (Cañas et al., 2004). Este software posee un modelo que permite publicar los mapas para ser editados de manera colaborativa por varios usuarios a través de la Web. Concept Conector (Luckie et al., 2004) es una herramienta diseñada para estudiantes de ciencia para representar el conocimiento y recibir feedback inmediato de su diseño. CM-ED (Rueda et al., 2004), es una herramienta que permite la edición de mapas a través de plantillas con distintas vistas y con multilinguaje. dMC (Sánchez & Alarcón, 2004) es una herramienta que permite tanto a estudiantes como a profesores negociar el diseño de mapas conceptuales por medio de la red, con sesiones de trabajo en el aula y comunicación asincrónica.

El mapa conceptual es visto por algunos autores como un instrumento cognitivo para el desarrollo de los procesos de pensamiento y más concretamente del pensamiento crítico, tales como: analizar, organizar, sintetizar, comparar, evaluar y diseñar (Novak & Gowin, 1984; Novak, 2003; Moreira, 1998; Ramos, 2004). La efectividad de un mapa se deriva de su capacidad para visualizar el pensamiento y sus estructuras de conocimiento, sumado a ello que los conocimientos están organizados semánticamente en la memoria, lo que justifica todavía más el uso de los mapas como instrumentos de visualización de estructuras (Tascón, 2004). El impacto visual de un mapa conceptual es considerado importante ya que muestra las relaciones de uno o más conceptos (Ramos, 2004).

Previo a la construcción de un mapa conceptual un aprendiz debe aprender que los objetos existen, que tienen permanencia y difieren unos de otros, identificarlos, nombrarlos y definir sus características, además de identificarlos como objetos enteros. A partir de las experiencias sensoriales el aprendiz abstrae elementos comunes, construyendo y generalizando la formación de un concepto cuyo significado incrementa en la medida que pueda relacionarlo con otros conceptos. Todo este proceso se basa fundamentalmente en experiencias sensoriales, en un mundo donde dichas experiencias son esencialmente de orden visual.

Es en virtud de ello, que un aprendiz ciego se encuentra en desventaja en cuanto a la calidad y cantidad de información del medio que percibe y en la construcción conceptual del mundo que lo rodea. La mayoría de los estudios realizados sobre la psicología de la ceguera afirman que no debe establecerse una psicología “especial”, distinta a la del vidente. Los ciegos no constituyen una población homogénea cuyas características puedan describirse en contraste con la población vidente; disponen de recursos físicos y psicológicos básicamente similares a estos con la excepción de la vista, lo que los hace ser una población con características cognitivas particulares debido al modo cómo reciben y almacenan la información del medio (Alderete, 1988). Existe consenso en que el déficit cognitivo que pueda tener un aprendiz ciego sin deficiencias asociadas, se debe más a la carencia de estimulación que a la falta de visión. El niño ciego no es un vidente que carece de visión, ya que su manera de percibir el mundo no es igual a la de un niño normal privado de vista. La diferencia estriba en la organización original que opera en sus modalidades sensoriales (Ruiz, 1997).

Pensar que un aprendiz ciego pueda construir un mapa conceptual supone varios desafíos a investigar, ¿Cómo logra un ciego dar significado conceptual al mundo que le rodea?, ¿Cómo incorpora la información de un mundo eminentemente cargado de estímulos visuales?, ¿Cómo almacena esta información?, ¿Cómo construye una representación gráfica de sus significados? Se podría suponer que la construcción de un mapa conceptual, dado su carácter gráfico y visual, puede estar negada para un aprendiz ciego, de hecho la literatura especializada hace casi nula mención a experiencias de este tipo.

En la última década que nuestro grupo ha investigado el impacto de interfaces de entornos de software interactivo audibles en el desarrollo cognitivo de aprendices ciegos. Como resultado, hemos detectado que, con el apoyo de interfaces basadas en sonido diseñadas específicamente para niños ciegos, es posible estimular el desarrollo de estructuras cognitivas de dominio general y específico (Sánchez & Lumbreras 1999; Sánchez & Flores, 2004; Sánchez & Sáenz, 2005). Sobre la base de esta experiencia, decidimos construir una herramienta basada en audio que facilite el acceso de aprendices ciegos a la construcción de mapas conceptuales.

La propuesta de investigación que presentamos en este trabajo apunta a desarrollar una herramienta multimedial que por medio de audio, permita a los aprendices ciegos construir mapas conceptuales, basándose en la forma cómo ellos organizan naturalmente sus conceptos. Creemos que un audio depurado, bien especificado y eficaz, puede permitir al ciego adquirir ciertas habilidades de codificación y selección que son útiles para su aprendizaje, específicamente para la organización cognitiva de conceptos.

## 2 Metodología

El objetivo central de este estudio exploratorio fue diseñar y desarrollar una herramienta centrada en el usuario que permita a aprendices ciegos construir mapas conceptuales.

**Etapas.** El estudio fue desarrollado en tres etapas: 1. Observación de los aprendices, 2. Diseño de AudiodMC, y 3. Evaluación preliminar de la usabilidad de las interfaces.

### 2.1 Observación de los aprendices

Se seleccionó una muestra intencionada de aprendices. El criterio de selección de la muestra fue que los aprendices cumplieran al menos con el 50% de los siguientes requisitos: Poseer un coeficiente intelectual no inferior a 70, manejar el teclado a nivel de usuario, poseer un lenguaje expresivo y comprensivo por lo menos a nivel literal y utilizar efectivamente su sistema lectoescriptor, ya sea braille o macrotipo. La muestra quedó constituida por 11 niños ciegos legales de 5° y 6° año de enseñanza primaria. Según su diagnóstico psicológico el 73% tiene un CI normal y

el 27% es limítrofe. El 100% de ellos maneja el teclado. El 82% utiliza eficientemente el sistema lectoescritor braille o macrotipo según sea su discapacidad visual. El 73% de ellos son mujeres y el 27% hombres. El promedio de edad fue de 11 años. Un 9% eran aprendices menores de 10 años, un 55% entre 10 y 13 años, y el 36% mayor de 13 años. El 27% poseía ceguera total y el 73% baja visión. Las actividades con los aprendices se llevaron a cabo en la Escuela de Ciegos Santa Lucía de Santiago, Chile.



**Figura 1:** Usuarios no videntes construyendo mapas conceptuales con material concreto

En esta primera etapa se organizó una serie de actividades orientadas a observar de qué forma el aprendiz ciego o con discapacidad visual, construye y organiza los conceptos y las estrategias que utilizan frente a la elaboración de un mapa conceptual (ver figura 1). Para ello, se organizaron siete sesiones de trabajo de dos horas de duración cada una, donde se les enseñó la técnica, revisaron ejemplos, completaron y construyeron mapas conceptuales simples de manera individual y grupal, con propósitos definidos, como extraer significado de textos escritos o comunicar lo que saben de un tema. Los objetivos de las sesiones fueron: Observar la forma cómo los aprendices ciegos expresan las relaciones conceptuales que construyen en su estructura mental, identificar los tipos de relaciones que los aprendices ciegos establecen entre diferentes conceptos, identificar las estrategias que utilizan los aprendices ciegos para construir un mapa conceptual y favorecer la construcción de mapas conceptuales.

Todas las sesiones fueron registradas a través de pautas de observación apoyadas de registros fotográficos y filmaciones. Del análisis de estas sesiones se puede señalar que los aprendices ciegos relacionan conceptos utilizando proposiciones de dos o tres conceptos, evidencian dificultades para expresar el significado de conceptos como unidades de significados que son funcionales al lenguaje, establecen varias relaciones sin significado, evidencian dificultades de comprensión lectora, manifiestan limitadas capacidades para sintetizar información, revelan una relación directa entre el nivel de manejo que poseen de su sistema lecto-escritor (braille o macrotipo) y las dificultades que manifiestan para construir los mapas, representan una relación directa entre el grado de discapacidad visual y las dificultades que manifiestan para construir los mapas, identifican la estructura de un mapa conceptual, requieren de apoyos externos (material concreto y facilitador) para distribuir espacialmente los conceptos, necesitan apoyos externos (facilitador) para leer y revisar sus mapas, y demandan apoyo externo (material concreto) para representar los enlaces.

A partir de estas observaciones se diseñó el software AudiodMC, buscando generar una herramienta de apoyo que sintonizara con las características de los aprendices ciegos, de forma de proveerles funcionalidades de apoyo y facilitarles el proceso de construcción de manera autónoma, como opciones para leer y revisar los mapas, y apoyo de sonido para distribuir espacialmente los conceptos.

## 2.2 *Diseño de AudiodMC*

En la segunda etapa y a partir de los resultados obtenidos durante la observación, se diseñó y desarrolló un entorno de software basado en audio que permita a este tipo de aprendices, construir mapas conceptuales. Este diseño fue basado en metodologías de diseño y desarrollo de software para no videntes (Sánchez, et al., 2004). A continuación se describe AudiodMC, su arquitectura, y sus principales componentes e interfaces.

**Descripción.** AudiodMC es una herramienta basada en audio que permite a usuarios con discapacidad visual crear mapas conceptuales. AudiodMC cuenta con una galería de conceptos que pueden ser incluidos por el aprendiz para construir sus mapas o incorporarlos previamente por el facilitador para apoyar la construcción de mapas conceptuales de los aprendices en actividades de aula. Una vez creada una categoría ésta puede ser reutilizada como predeterminada. Cada concepto incluido en el mapa diseñado por el usuario es caracterizado según su nivel y posición en la jerarquía mediante un indicador de audio espacializado que identifica su posición en el mapa. En los

siguientes capítulos se describe el modelo de AudiodMC, sus componentes, la interacción y sus principales interfaces.

**Modelo.** La figura 2 muestra la arquitectura de AudiodMC. Los componentes de este modelo son: 1. **Usuario**, que construye el mapa conceptual, 2. **Diseñador**, que corresponde al editor de mapas conceptuales y provee al usuario distintas funcionalidades para construir el mapa basado completamente en sonido, 3. **Interfaces**, conjunto de dispositivos de Entrada/Salida (el teclado, la representación gráfica y el sistema de audio) que permiten la interacción del usuario con AudiodMC, 4. **Mapas**, conjunto de nodos y relaciones que el aprendiz ciego genera con AudiodMC y que son representados en audio y, simultáneamente, en formato gráfico, y 5. **Repositorio**, contenedor de los mapas diseñados por el usuario para su posterior modificación o evaluación.

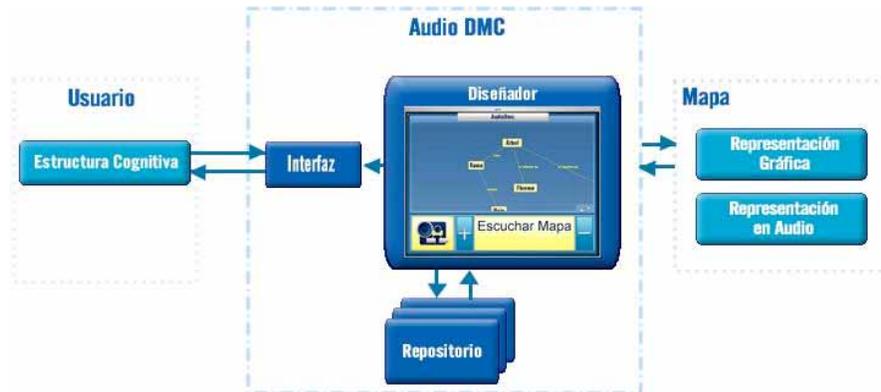


Figura 2: Modelo de AudiodMC

**Componentes de AudiodMC.** Los componentes de AudiodMC se presentan a través de un menú de todas las opciones que están disponibles para el usuario, estas son: 1. Crear un nuevo concepto, que permite crear un nuevo concepto escrito y asignarlo en alguna de las categorías disponibles, 2. Crear categoría, que permite crear una categoría, la cual identifica a un grupo de conceptos, 3. Crear nuevo mapa, acción que permite crear un nuevo mapa en blanco, 4. Abrir un Mapa, que permite abrir un mapa que el usuario ha diseñado y guardado previamente en el contenedor, 5. Grabar Mapa, que permite guardar el mapa diseñado. Esta información queda almacenada en el contenedor de mapas asociado a un "id" del usuario, 6. Leer Mapa, que permite escuchar los conceptos y sus enlaces, el método para esta funcionalidad es una lectura con el motor de *text-to-speech*, TTS, describiendo cada una de las proposiciones desarrolladas por el alumno, 7. Listado de conceptos, que permite revisar los conceptos previamente incluidos en el software para su uso en el mapa en desarrollo, y 8. Revisión de Mapa, que permite revisar el mapa concepto por concepto, indicando los enlaces disponibles en el orden de jerarquía del mapa.

**Edición y construcción de mapas.** En AudiodMC, los niveles de jerarquía y la distribución horizontal de los conceptos en el mapa son representados por distintos sonidos que están distribuidos espacialmente, con la finalidad de proveer un modelo del mapa al usuario ciego. La figura 4 muestra la distribución de estos sonidos en un ejemplo de un mapa conceptual. La jerarquización está representada por una escala de sonidos que indica cada uno de sus niveles y la distribución horizontal está representada por sonido espacializado.

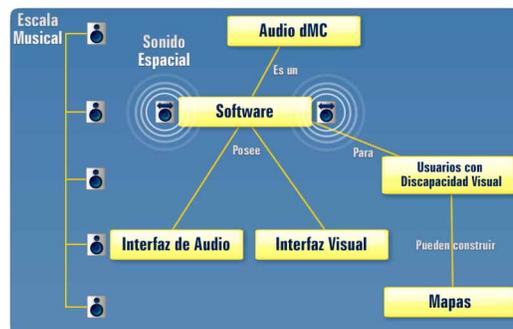


Figura 4: Representación en audio de un mapa conceptual con AudiodMC

El alumno interactúa con el software mediante el teclado, utilizando principalmente las flechas de dirección para seleccionar los elementos que provee AudioDMC. Para crear un mapa, el alumno debe primero elegir el concepto de la galería de conceptos. Esta galería incluye tanto los conceptos previamente escritos por éste, como también los conceptos escritos en actividades anteriores. Para escuchar qué conceptos puede incluir, el alumno elige por medio del teclado y la reproducción a través del *text-to-speech*, cada concepto disponible. Al momento de seleccionarlo, el concepto queda incluido en el mapa con una posición y sonido específico de la primera jerarquía disponible según el último concepto insertado previamente. Luego, mediante sonido espacializado, el alumno debe elegir en qué posición del mapa desea ubicarlo. Esta posición es modificada por el usuario mediante el uso de las flechas del teclado, cambiando el tono (verticalidad) o la posición de izquierda/derecha (horizontalidad). Este mismo proceso se repite cada vez que se inserta un concepto. Además, durante el proceso de creación de un mapa conceptual, AudioDMC construye un mapa gráfico que sirve de ayuda a los usuarios con visión residual, para identificar la posición de los conceptos y las relaciones que se han desarrollado con anterioridad.

Para modificar la posición de los conceptos, borrarlos o escuchar sus enlaces con otros conceptos, existen dos métodos que el usuario puede elegir: 1. **Revisión concepto a concepto**, en el cual se dispone de un submenú asociado que permite ejecutar acciones como: crear proposición, escuchar concepto, eliminar concepto y revisar enlaces del concepto seleccionado. La navegación por el mapa a través de este método permite escuchar las proposiciones que se han desarrollado, al mismo tiempo que se proporciona feedback auditivo de la posición en el mapa, lo que permite tener un control de los procesos de edición y construcción de éste, 2. **Revisión por proposiciones asignadas**, esta revisión permite revisar el mapa a partir de las relaciones que existen entre los conceptos. Las proposiciones se crean mediante grabaciones que el usuario debe hacer con el micrófono o bien las escribe a través del teclado.

**Interfaces.** Las interfaces gráficas desarrolladas utilizan un alto contraste de colores para que puedan ser utilizadas por usuarios con baja visión (Rinden, 1999).



Figura 5: Pantalla de principal de AudioDMC

La figura 5 presenta la interfaz principal de AudiodMC, la cual consta de: 1. **Area de trabajo**, lugar donde son insertados los conceptos y las proposiciones del aprendiz, 2. **Menú principal**, que permite la visualización del estado actual de la conducta del aprendiz, 3. **Area de interacción**, que permite la interacción del aprendiz a través del teclado con AudiodMC y muestra los textos que son reproducidos por el *text-to-speech*, palabra por palabra.

### 2.3 Evaluación preliminar de usabilidad de interfaces

En la tercera etapa, el software fue sometido a una evaluación preliminar de usabilidad de interfaces para mejorar la pertinencia de la aplicación al contexto de los usuarios con discapacidad visual (ver figura 6). Para esta evaluación de usabilidad se realizó una observación basada en tareas que permitió identificar algunos problemas de interacción del usuario con AudiodMC. La siguiente tabla muestra las interfaces evaluadas y las tareas a desarrollar asociadas a la evaluación de cada una de ellas.

<i>Componente de interfaz</i>	<i>Tarea</i>
Interfaz de entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrir la aplicación</li> <li>• Ingresar nombre</li> </ul>
Menú principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar los componentes del menú principal</li> <li>• Reconocer cada uno de los elementos y preguntar su significado</li> </ul>
Herramienta para crear un concepto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresar a componente para crear un nuevo concepto</li> <li>• Seleccionar la categoría para un concepto nuevo</li> </ul>
Inserción de un concepto en el área de diseño de un mapa conceptual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar el concepto a insertar</li> <li>• Ubicar concepto según pistas sonoras</li> </ul>
Efectividad del sonido de ubicación espacial (horizontal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insertar un concepto después de haber ingresado otro concepto previamente</li> <li>• Desplazar el concepto insertado en una jerarquía determinada</li> </ul>
Efectividad de sonido de jerarquización de conceptos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insertar un concepto después de haber ingresado otro concepto previamente</li> <li>• Desplazar el concepto insertado a través de los niveles de jerarquía disponibles</li> </ul>
Proceso de revisión de conceptos en el mapa conceptual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrar al componente del menú principal de revisión de mapa</li> <li>• Revisar los conceptos ingresados</li> </ul>
Proceso de grabación de enlaces	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el mapa</li> <li>• Ingresar al submenú de un concepto</li> <li>• Crear enlace y grabar el sonido</li> </ul>

Tabla 1: Tareas de la evaluación de usabilidad de interfaces de AudiodMC

Estas tareas fueron desarrolladas por 12 aprendices, 10 ciegos legales y 2 ciegos totales, de entre 8 y 15 años, 8 mujeres y 4 varones, que durante una sesión de 40 minutos debieron realizar las tareas solicitadas y posteriormente, completar una escala Likert leída por el evaluador en la que frente a cada afirmación de los componentes de la interfaz debían señalar si la consideraban muy buena, buena, neutra, deficiente o muy deficiente.

Los 12 participantes evaluaron como bueno o muy bueno todos los componentes de la interfaz, a excepción del componente efectividad de sonido de jerarquización de conceptos, en el que 8 aprendices lo evaluaron como deficiente o muy deficiente, realizando además sugerencias cruciales para un entendimiento y control del uso de los elementos de la interfaz de AudiodMC, como por ejemplo, hacer que la voz sea más placentera, que el sonido avance más lento, que las diferencias entre los sonidos usados en la escala sean más marcadas para favorecer la referencia de la posición de los conceptos en los diferentes niveles de la jerarquía.



Figura 6: Usuarios no videntes construyendo mapas conceptuales con AudiodMC

## 2. Discusión

Durante el proceso de diseño de AudiodMC se pudo observar que, inicialmente, la mayoría de los aprendices ciegos desconocía la técnica de mapas conceptuales y se manifestaron incompetentes para abordar las actividades. Sin embargo, al introducirlos en el tema rápidamente se manifestaron motivados y destacó la concentración con que enfrentaron las actividades propuestas.

Los factores que afectaron la realización de las diferentes actividades fueron: dificultades de comprensión lectora, limitado número de conceptos a los cuales atribuyen significados profundos, escaso desarrollo de habilidades de atención y retención de información.

Al principio la estructura de los mapas que construyeron los aprendices fue fundamentalmente sobre la base de conceptos superpuestos o muy cercanos unos con otros, sin conectores ni palabras enlaces. Progresivamente y con la incorporación de referencias espaciales externas como las indicaciones del facilitador o material concreto, lograron construir mapas donde se aprecia una diferenciación y jerarquización de conceptos. Los aprendices ciegos totales evidenciaron mayores dificultades a la hora de construir un mapa que aquellos que poseen baja visión.

Creemos importante destacar que este trabajo de observación nos ha permitido identificar claramente el fenómeno del verbalismo que desarrollan los aprendices ciegos, ya que en su vida diaria utilizan muchos conceptos que no poseen significado para ellos y que aún cuando su uso les resulta muy importante para desenvolverse socialmente, no logran establecer conexión entre estos conceptos y otros relacionados. Como proyección de este estudio planificamos utilizar los mapas conceptuales como una estrategia para enriquecer el significado de estos conceptos, apoyando la construcción de significados que carecen de referentes visuales a través de su relación con otros conceptos por medio de los mapas conceptuales.

Uno de los resultados más importantes de la etapa de diseño de software es que el diseño centrado en el usuario de un software de estas características, mejora sustancialmente la interacción del usuario no vidente con el software resultante. Esto se debe a que esta metodología involucra al usuario en el proceso de diseño, considerando sus necesidades, intereses y formas de interacción natural e intuitiva. En particular, AudiodMC se implementó basado en esta metodología, realizando rediseños iterativos para acercar su funcionalidad a la manera más apropiada al modelo mental de estos usuarios, basándose en cómo el aprendiz no vidente o con déficit visual, construye y organiza los conceptos y qué estrategias utiliza en la construcción de un mapa conceptual.

La etapa de evaluación preliminar de usabilidad de las interfaces de AudiodMC fue crucial para el diseño de un software que se adecue al modelo mental de un usuario no vidente. Los comentarios de los usuarios giraron principalmente entorno a la calidad del sonido. Esto nos demuestra que una correcta metodología de diseño y desarrollo minimiza los errores de interacción entre el usuario y el software.

Los siguientes pasos a seguir en esta investigación consistirán en la evaluación del uso de AudiodMC como una herramienta que permita a usuarios con discapacidad visual, utilizarla en contextos de aprendizaje de aula o en el hogar. Esto nos ayudará a definir *guidelines* más específicos para el proceso de diseño de interfaces para no videntes y alinear más aún nuestros objetivos con las formas de interacción de usuarios con discapacidad visual. De esta manera, podremos definir un nicho de uso de los mapas conceptuales que puede constituirse en una valiosa ayuda para la construcción de significados por parte de aprendices ciegos.

## Referencias

- Alderete, O. (1988). Lectura braille y procesamiento de la información táctil. Madrid, España.
- Rivero, R. (1986). El desarrollo cognitivo en ciegos según las teorías piagetanas y del procesamiento de la visual información 1982-83. Madrid, España
- Alderete, O. (1988). La influencia del medio escolar en el desarrollo cognitivo del niño ciego según la teoría piagetana y del procesamiento de la información. 1984-85. Madrid, España
- Ausbel, D., Novak, J. & Hanesian, H. (1978). Educational psychology, a cognitive view. 2nd Edition. New York: Holt, Rinehart, and Windston.
- Cañas, A. Hill, G. Carff, R. Suri, N. Lott, J. Gómez, G. Eskridge, T. Arroyo, M. Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. In. A. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra, Septiembre 14-17, 2004, (1), pp. 125-133.
- González, F. & Novak, J. (1996). Aprendizaje Significativo, Técnicas y Aplicaciones. Madrid: Ediciones Pedagógicas
- Luckie, D. Harrison, S. Ebert-Ma, D. (2004). Introduction to C-Tools: Concept Mapping Tools for Online Learning. In. A. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra, Septiembre 14-17, 2004, (2), pp. 261-264.
- Moreira, M. (1998). Mapas Conceptuales y Aprendizaje Significativo. Revista Galaico Portuguesa de Socio Pedagogía y Socio Lingüística, N°23. Pontevedra/Galicia, España y Braga, Portugal
- Novak, J.D. (2003). The Promise of New Ideas and New Technology for Improving Teaching and Learning. Journal of Cell Biology Education, 2(Summer): 122-132
- Novak, J. & Gowin, B. (1984). Learning How to Learn. New York: Cambridge Press.

- Novak, J. (1998). *Learning, Creating and Using Knowledge, Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. New York: Lawrence, Erlbaum Associate, Inc.
- Novak, J. & Cañas, A. (2004). Building on new constructivist ideas and CmapTools to create a new model for education. In. A. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra, Septiembre 14-17, 2004, (1) pp. 469-476
- Ramos, M. (2004). El Mapa Conceptual, Estrategia Didáctica Significativa. In. A. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra, Septiembre 14-17, 2004, (2), pp. 301-304
- Rigden, C. (1999). The eye of the beholder: Designing for colour-blind users. *British Telecommunications Engineering*, 17. Retrieved Feb. 6, 2004, from <http://more.btexact.com/ces/colours/colours.pdf>.
- Rodríguez, M. (2004). La teoría de Aprendizaje Significativo. In. A. Cañas, J. D. Novak & F. M. Gonzalez (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra, Septiembre 14-17, 2004, (1), pp. 535-544
- Rueda, U. Larrañaga, M. Arruarte, A. Elorriaga, J. (2004). Applications of a Concept Mapping Tool. In. A. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra, Septiembre 14-17, 2004, (1), pp. 545-553.
- Ruiz, F. (1997). *El niño ciego en la escuela. Iniciación al sistema braille*. Sevilla: Dirección General de Formación Profesional y Solidaridad en la Educación. Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía.
- Sánchez, J. Alarcón, P. (2004). Diseñador de Mapas Conceptuales: Una Herramienta Implementada con y para el Usuario Final. In. A. Cañas, J. D. Novak & F. M. Gonzalez (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra, Septiembre 14-17, 2004, (1), pp. 563-570
- Sánchez, J. Alarcón, P. (2005) Construcción de Conocimiento con Editores de Mapas Conceptuales. En Sánchez, J. (editor) *Memorias X Taller Internacional de Software Educativo, TISE 2005*, pp. 202-211, Santiago 5-6 y 7 de Diciembre, 2005.
- Sánchez, J., Baloian, N., Flores H. (2004). A methodology for developing audio-based interactive environments for learners with visual disabilities. *Proceedings of ED-MEDIA 2004*. June 21-26, 2004. Lugano, Switzerland, pp. 540-545.
- Sánchez, J., Flores, H. (2004). Memory enhancement through audio. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing archive Issue 77-78*, pp. 24-31, Sept. 2003-Jan. 2004
- Sánchez, J., Lumberras, M (1999). Virtual Environment Interaction through 3D Audio by Blind Children. *Journal of Cyberpsychology and Behavior, CP&B 2(2)*, pp. 101-111.
- Sánchez, J., Sáenz, M. (2005). 3D Sound Interactive Environments for Blind Children Problem Solving Skills. *Journal Behaviour & Information Technology, BIT*, Vol. 25, No. 4, July August 2006, 367-378.
- Tascón, C. (2004). La Potenciación de Aprendizajes en un entorno T.I.C.: Los Mapas Conceptuales como Instrumento Cognitivo y Herramientas de Aprendizaje Visual. In. A. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology, Proceedings of the 1st International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain: Universidad Pública de Navarra, Septiembre 14-17, 2004, (2), pp. 347-350.