

Estudio de la accesibilidad de los documentos científicos en soporte digital

Study of the accessibility of scientific documents in digital media

Miquel Térmens Graells^a, Maite Barrios Cerrejón^b,
Marta Díaz Boladeras^c, Daniel Guasch Murillo^d, Pere Ponsa Asensio^e,
Mireia Ribera Turró^a

Resumen: El artículo analiza los problemas de accesibilidad que actualmente presentan los artículos científicos en soporte digital. El estudio se centra en los aspectos de facilidad de uso del contenido de los documentos digitales según la forma en que se publiquen, sin entrar en el estudio de los distintos sistemas de recuperación. Se analizan los dos formatos más utilizados para la publicación de artículos científicos en soporte digital: HTML y PDF, estudiando el desempeño lector en relación a la presencia de sumarios o de tablas internas o vinculadas. El estudio se ha realizado con dos colectivos: 30 sujetos ciegos, usuarios de Jaws, contactados gracias a la mediación de la Fundación ONCE, y 30 sujetos no ciegos, profesores del Departamento de Biblioteconomía y Documentación de la Universidad de Barcelona. El estudio muestra que la localización de los datos contenidos en tablas se ve facilitada en documentos HTML por la inclusión de un sumario que vincule con la tabla, así como la inclusión de tablas completas en el cuerpo del documento HTML facilita la actividad lectora por parte de los usuarios ciegos. A nivel metodológico la presente investigación aporta dos novedades relevantes respecto a la literatura existente en los estudios de usabilidad con ciegos: estudia la usabilidad del formato PDF y es un test de usabilidad cuantitativo; este último hecho dificulta su comparación con la mayoría de artículos publicados.

Palabras clave: accesibilidad, usabilidad, ciegos, discapacidad, revistas electrónicas, edición electrónica, PDF, Acrobat, HTML, lectura digital.

^a Departament de Biblioteconomia i Documentació. Universitat de Barcelona. Correo-e: termens@ub.edu; ribera@ub.edu.

^b Departament de Metodologia de les Ciències del Comportament. Universitat de Barcelona. Correo-e: mbarrios@ub.edu.

^c Laboratori d'experiència d'usuari. Universitat Politècnica de Catalunya. Correo-e: marta.diaz@upc.edu.

^d Càtedra d'Accesibilitat: arquitectura, disseny i tecnologia per a tothom. Universitat Politècnica de Catalunya. Correo-e: daniel.guasch@upc.edu.

^e GREC: Grup de Recerca d'Enginyeria del Coneixement. Universitat Politècnica de Catalunya. Correo-e: pedro.ponsa@upc.edu.

Recibido: 10-12-07; 2.^a versión: 8-3-08; 3.^a versión: 19-7-08.

Abstract: This paper analyses the problems of accessibility posed by scientific articles published in digital format, focusing on the ease of use of their content with respect to the form in which they are published (irrespective of the recovery system). The two most widely used formats for the publication of scientific articles in digital format, HTML and PDF, are analysed, examining reader performance in relation to the presence of contents lists or internal or linked tables. The study involved two groups: 30 blind subjects, all JAWS users, contacted through the ONCE Foundation, and 30 sighted subjects, lecturers in the Department of Librarianship and Documentation of the University of Barcelona. The results shows the location of data in tables is easier in HTML documents through the inclusion of a contents list linked to these tables. Further, the inclusion of complete tables in the body of HTML document facilitates the reading activity of blind users. At the methodological level, this work reports two novelties with respect to the existing literature on usability by blind people: it examines the usability of the PDF format, and discusses a quantitative usability test. The latter hinders comparison with the majority of published articles.

Keywords: accessibility, usability, blind people, disability, electronic journals, electronic edition, PDF, Acrobat, HTML, digital reading.

1. Introducción

La accesibilidad de los documentos digitales tiene dos vertientes. Por una parte, su contenido responde a una serie de decisiones de sus autores, por lo que respecta a arquitectura de la información, inclusión de elementos complejos o multimedia, registro lingüístico, etc., que afectarán directamente a su accesibilidad. Por otra parte, los documentos digitales se crean en un formato de archivo concreto, que en el caso de la edición de artículos científicos, suele ser HTML y PDF, y que por su definición técnica tienen un potencial de accesibilidad que puede ser explotado en mayor o menor grado por los usuarios que los crean.

Los aspectos de accesibilidad del formato HTML se han estudiado a fondo en la normativa WCAG 1.0 (W3C, 1999) que establece una serie de recomendaciones técnicas, de estructuración de la página y de los contenidos que, si se cumplen, llevan a la creación de documentos accesibles.

El formato HTML (*HyperText Markup Language*) provenía originalmente de SGML (*Standard Generalized Markup Language*) pero se ha reformulado como un tipo de documento XML (*eXtensible Markup Language*). Desde la versión 4 del formato se recomienda usarlo únicamente para definir la estructura lógica de la información, y usar otro lenguaje, las hojas de estilo CSS (*Cascading Style Sheets*) para definir la presentación.

HTML es el formato mayoritario en Internet, pero existe una gran variabilidad en el estándar seguido –por ejemplo, podemos encontrar aún páginas que se corresponden con la versión de HTML 2.0– y en el cumplimiento de los estándares. El

documento HTML creado de forma estricta según las últimas versiones es más la excepción que la regla. La accesibilidad resultante se puede ver muy afectada por estas variaciones pues, por ejemplo, la linearización de las tablas y la «lectura» de información multimedia pueden ser muy confusas si no se cumplen los estándares.

El formato PDF (*Portable Document Format*) es el formato nativo de la familia de productos Adobe Acrobat. La empresa Adobe ha realizado fuertes inversiones en el campo de la accesibilidad (Clark, 2005a) para acabar de consolidar la posición del formato PDF en la publicación digital. En la versión 1.6 el formato PDF cumple la normativa (aún en borrador) WCAG 2.0 (W3C, 2006) similar a WCAG 1.0.

PDF se basa en un lenguaje de descripción de páginas, heredero de Postscript, para describir texto y gráficos de forma independiente de la plataforma y de la resolución. PDF define un formato más estructurado que Postscript para facilitar una visualización interactiva e incluye otros elementos como anotaciones, vínculos o formularios –incluso javascript en las últimas versiones– pensados exclusivamente para el entorno digital (Adobe, 2004). A partir de la versión 1.4 los archivos PDF incorporan estructura en la descripción del documento mediante etiquetas similares a HTML. Adobe facilita además una versión pública del software de lectura, Adobe Reader, que en sus últimas versiones ha incorporado una serie de funciones para facilitar la accesibilidad.

El presente estudio se estructura de la siguiente forma: en la sección dos se presenta una revisión de la literatura. En la sección tres se presentan los objetivos e hipótesis principales del estudio. La sección cuatro detalla la metodología llevada a cabo en la investigación. La sección cinco muestra los resultados estadísticos. Finalmente en la sección seis se valoran las conclusiones del estudio y en la sección siete se expone una breve comparación con los resultados de otras investigaciones.

1. Revisión de la literatura

La base teórica de esta investigación es la aproximación que O'Hara realiza a la lectura digital (O'Hara, 1996), considerándola desde el punto de vista de los objetivos perseguidos por el lector y tomando en consideración tareas como la navegación o la toma de notas. Petrie (1997, 2002) en sus investigaciones preliminares al proyecto MultiReader detecta la importancia de la navegación como requisito de usabilidad para usuarios ciegos. Puesto que en el entorno Internet la navegación se ha redefinido, en este artículo sólo se toma en cuenta la navegación intradocumento (Marchionini, 1995), en la que el usuario lee o escanea un único documento para localizar y extraer la información apropiada. Otra fuente de inspiración para el planteamiento de las hipótesis han sido las diferencias detectadas por Chen (2005) en la inclusión de tablas en los artículos científicos entre los distintos editores comerciales.

Rho y Gedeon (2000) realizan una evaluación de las preferencias de presentación y formato por parte de los lectores, usando diversas técnicas de entrevista. Otros estudios que han usado la metodología del test de usabilidad cuantitativo son:

Pearson y Van Schaik (2003), que evalúan la importancia del color en los enlaces y de la posición del sumario en páginas web; Souto y Dyson (2004), que evalúan el sumario y sus variantes; y Hornbaek y Frokjaer (2001, 2003), que evalúan diversas opciones de visualización y de navegación en documentos. Diversas investigaciones se han centrado en comparar la usabilidad del entorno papel y del digital, una recopilación exhaustiva de las cuales ha sido presentada por Dillon (2004).

Se han localizado pocos estudios que incluyan usuarios ciegos en los tests de evaluación: Ya en el año 1998, cuando Gale recopiló diversos estudios de interacción persona-ordenador para ciegos, constató que muy pocos se habían hecho con usuarios ciegos (Gale, 1998). Morley (1999) evalúa un sistema hipermédia con usuarios ciegos. Romero, Avila y Alcantud (2001) evalúan diversas webs con 3 usuarios ciegos. Evans, Kurniawan y Blenkhorn (2003) evalúan el formato de los documentos pero desde la óptica de su creación con 11 usuarios ciegos. Riedel y Wünschmann (2004) realizan un test cualitativo sobre un sistema de información web con un sólo usuario ciego. Clark (2005b) presenta un estudio cualitativo con un solo participante ciego. Stewart, Narendra y Schmetzke (2005) realizan tests con tecnologías de asistencia pero usadas por personas con visión. El estudio que presenta unas características más comparables al descrito, es el de Theofanos y Redish (2003), que observaron como los usuarios de sintetizadores de voz interactuaban con sitios web.

Posteriores a la investigación se han publicado algunos estudios interesantes en el campo. Por ejemplo Murphy (2007) describe los resultados de entrevistar a 30 usuarios ciegos (27 ciegos y 3 con restos visuales) en edad laboral sobre su experiencia con páginas web y sus requisitos, reforzados con la observación de estos usuarios. Kouroupetroglou, Salampanis y Manitsaris (2007) estudian también los problemas de navegación dentro de una página y la lectura en escaneo, aunque su objetivo sea la construcción de un sistema de trabajo colaborativo para una navegación semántica. Por su parte, Lazar (2007) usa diarios para registrar las frustraciones de 100 usuarios ciegos usando la web.

3. Objetivos del estudio

El presente estudio pretende identificar los aspectos del formato y de la arquitectura de la información que mejoran la eficiencia, eficacia y satisfacción en lectores ciegos, y estudiar –según los principios de usabilidad universal– si estos aspectos inciden sobre la eficiencia, eficacia y satisfacción de usuarios sin discapacidad.

Para ello se plantean las siguientes hipótesis:

- El formato del documento (PDF/HTML) afecta la actividad lectora
- Las ayudas a la navegación (sumario/marcadores) facilitan la actividad lectora.
- La división en bloques de un documento afecta la actividad lectora

A lo largo de la sección cuatro se discutirán en detalle estas ideas.

4. Método

4.1. Participantes

La muestra está compuesta por 30 participantes ciegos y 30 participantes sin ningún tipo de discapacidad, docentes de la facultad de Biblioteconomía y Documentación de la Universidad de Barcelona.

Los criterios de inclusión para los participantes ciegos fueron: ser ciego total, ser usuario de lectores de pantalla, con una edad entre 18 y 55 años, y tener conocimiento del idioma castellano. Se excluyeron aquellos candidatos con alteración cognitiva conocida, antecedentes de traumatismo cráneo-encefálico moderado-grave, abuso de drogas o alcohol, diagnóstico de trastorno psiquiátrico o enfermedad grave y trastorno motor que incapacitara para la correcta ejecución de las pruebas. Para los participantes sin discapacidad los criterios de inclusión fueron: edad entre 18 y 55 años, profesionales de la disciplina de Biblioteconomía y Documentación, usuario de revistas digitales y estudios universitarios finalizados. Los criterios de exclusión fueron los mismos que para los participantes ciegos. Ambos grupos participaron voluntariamente en el estudio y previamente al inicio de las pruebas dieron su consentimiento por escrito a participar y ser grabados en video.

4.2. Instrumentos

4.2.1. Entrevista

Se elaboró una entrevista ad hoc para recoger los datos sociodemográficos del participante, así como aspectos relacionados con el uso de ordenadores y de acceso a internet.

4.2.2. Tarea experimental

Documentos

Los documentos usados en el estudio fueron elaborados de acuerdo a los siguientes criterios:

Grado de dificultad

Los documentos se generaron con una legibilidad superior a los 81 puntos según la escala de Flesch, adaptada por Fernández-Huerta al español (*Readability*). Los

textos se crearon a partir de textos divulgativos existentes en Internet, en especial la Wikipedia en español (<http://es.wikipedia.org/>) y se revisaron manualmente para evitar el uso de cultismos y tecnicismos.

Similitud a un artículo científico

Para que los artículos fueran similares a un artículo científico se les dotó de apartados de resumen, de introducción y de bibliografía, así como de apartados centrales en los que se desarrolla el contenido principal. Se estimó que los apartados de método y revisión de la literatura, comunes en los artículos científicos no resultarían familiares a los participantes, y, por tanto, no fueron incluidos.

Longitud

Se estimó que una longitud aproximada de 4 o 5 páginas DIN A4 sería suficiente para observar la navegación dentro del documento y no excesiva para la realización de la tarea dentro del tiempo estimado.

Accesibilidad

Los documentos se crearon con el editor de textos Microsoft Word 2002, el editor de páginas web Macromedia Dreamweaver MX y el creador/editor de PDFs Adobe Acrobat Profesional 7.0, todos bajo un entorno de Windows XP. Los documentos originales se estructuraron a través de estilos, marcando listas, tablas u otros elementos, y creando textos alternativos para las imágenes. Finalmente, los sumarios se crearon con las herramientas automáticas del editor. Como segundo paso se realizó una transformación automática al formato PDF (con Adobe Acrobat Profesional) y HTML (desde el propio Microsoft Word), según se requería.

En el caso de los PDFs los documentos fueron editados a posteriori desde el programa Adobe Acrobat Profesional para marcar las cabeceras de las tablas, eliminar información innecesaria y asignar las etiquetas estándar (P, H1...) (Adobe, 2004, 2005) a cada uno de los elementos, para garantizar la máxima legibilidad con las tecnologías de asistencia. En el caso de los documentos HTML se revisó exhaustivamente la corrección del código a nivel de estándares y se revisó el cumplimiento de las pautas WCAG 1.0 con la ayuda de la herramienta HERA del SIDAR (<http://www.sidar.org/hera/>).

Los documentos del test se diferenciaron entre sí por las siguientes variables:

- Inclusión de tablas en el cuerpo del documento (tablas completas) versus tablas en un fichero aparte (tablas vinculadas) en los documentos HTML.
- Inclusión de un sumario al inicio del documento con vínculos a las secciones correspondientes (con sumario) versus el texto sin sumario (sin sumario) en los documentos HTML.

- Existencia de marcadores, sumario con vínculos que aparece en un marco a la izquierda del documento PDF (con marcadores), versus la ausencia de ellos (sin marcadores) en los documentos PDF.

Mediante la combinación de estas alternativas se generaron un total de 5 documentos con las siguientes características:

1. Un documento en PDF con marcadores
2. Un documento en PDF sin marcadores
3. Un documento HTML con tablas completas sin sumario
4. Un documento HTML con tablas vinculadas sin sumario
5. Un documento HTML con tablas completas y con sumario

Dos documentos en versión más breve fueron utilizados como documentos de entrenamiento, para asegurar la comprensión adecuada de la tarea por parte de los participantes.

Preguntas

Para cada uno de los documentos se generaron un total de 10 preguntas referidas a aspectos concretos citados en los textos. Las preguntas presentaban diferente grado de dificultad e implicaban la búsqueda en diferentes partes del texto: tablas, bibliografía y texto. La generación de preguntas siguió la siguiente pauta:

- Dos preguntas cuya respuesta implicaba realizar una búsqueda simple en el texto (Búsqueda simple).
- Dos preguntas cuya formulación no contenía la palabra que debía buscarse en el texto (Búsqueda compleja).
- Dos preguntas cuya respuesta implicaba realizar una búsqueda en dos partes diferentes del texto (Búsqueda dividida).
- Dos preguntas referidas al contenido expuesto en las tablas (Búsqueda tablas).
- Dos preguntas referidas al contenido expuesto en la bibliografía (Búsqueda bibliografía).

Se realizó una prueba piloto con 6 participantes voluntarios, para valorar la comprensión y dificultad de cada una de las preguntas. A partir de los resultados de esta prueba piloto, se seleccionaron un total de 5 preguntas, una de cada tipo, entre las que presentaban un nivel de dificultad menor medido por un menor tiempo de respuesta, mayor porcentaje de aciertos y menor cantidad de repeticiones de la pregunta. Se seleccionó una sexta pregunta para ser utilizada en el grupo de participantes

ciegos como pregunta de entrenamiento con el objetivo que pudieran familiarizarse con el documento. Se estableció un tiempo límite de 6 minutos para resolver cada una de las preguntas.

4.2.3. Cuestionario de valoración de la tarea

Se diseñó un cuestionario ad hoc de 12 ítems que se administró después de las tareas de búsqueda de cada uno de los documentos, con el fin de evaluar aspectos relacionados con la dificultad y valoración de la tarea, fatiga y percepción de la ejecución realizada.

4.3. Diseño y procedimiento

A cada participante se le administraron los 5 documentos y las respectivas preguntas. Se controló el efecto de orden y de aprendizaje de la tarea balanceando tanto el orden de presentación de los documentos como el de las preguntas.

Para cada pregunta realizada se tomaron medidas de tiempo y precisión (acierto/error).

Todos los participantes realizaron la prueba en una única sesión en un espacio adecuado y estableciendo las mismas condiciones ambientales. Los participantes ciegos contaron con el programa Jaws for Windows (versión 6.20 en español), de Freedom Scientific, como ayuda técnica, la lectura del cual podían escuchar a través de los altavoces del ordenador.

El tiempo de evaluación osciló entre una hora y dos horas y media.

4.4. Análisis de datos

Para variables sociodemográficas se calcularon los principales indicadores descriptivos. Los contrastes de hipótesis utilizando variables cuantitativas se realizaron mediante la prueba de *t-student* para muestras relacionadas. Para los contrastes estadísticamente significativos se calculó el tamaño del efecto. (Pardo, San Martín, 1994) La importancia de la relación se ha interpretado según valores aceptados mayoritariamente en la literatura: valores de 0 a 0,3 como un tamaño del efecto bajo, de 0,31 a 0,6 como un tamaño del efecto moderado y valores superiores a 0,6 como un tamaño del efecto importante o alto. En el caso de variables cualitativas se utilizó la prueba de McNemar o bien, su extensión McNemar-Bowker. En los casos que fue posible se calculó la probabilidad exacta mediante la aproximación binomial de la prueba. En el caso de no cumplimiento de las condiciones de aplicación de la

prueba de McNemar se procedió a realizar una prueba de bondad de ajuste. Los contrastes fueron considerados estadísticamente significativos cuando $p < 0,05$.

5. Resultados

5.1. Variables sociodemográficas

Sujetos no ciegos

Se valoraron un total de 30 sujetos sin discapacidad, docentes y profesionales de la facultad de Biblioteconomía y Documentación de la Universidad de Barcelona con una media de edad de 42,1 años (Mediana: 43 años, desviación típica (DT): 9,06 años). Todos tenían estudios universitarios finalizados y un 56,7% todavía estaba cursando algún tipo de estudio de tercer ciclo (doctorado o master) o bien una segunda licenciatura.

Todos los participantes afirmaron usar diariamente el ordenador y su uso estaba extendido tanto en casa (96,7%) como en el trabajo (96,7%). La media de años de uso del ordenador fue de 17,4 con una mediana de 18 años y DT de 5,06. El 40% se consideró, respecto a su conocimiento en el uso de los ordenadores, como usuario avanzado, un 56,7% como usuario medio y tan sólo un 3,3% como un usuario principiante. Sobre el uso de otro tipo de tecnología, los datos informan que un 90% era usuario habitual del móvil y un 26,7% de agenda electrónica (ver tabla I).

Sujetos ciegos

Se valoraron un total de 30 sujetos voluntarios que presentaban ceguera total. En un 53,6% de los casos la ceguera estaba presente desde el nacimiento. Aquellos sujetos con ceguera sobrevenida después del nacimiento ($n = 13$) presentaban ceguera total desde hacía 29,62 años de media (Mediana: 30, DT: 13,9 años). El conjunto de los participantes tenía una media de edad de 36,57 años (Mediana 36, DT: 10,6 años). El 43,3% de los participantes tenía un nivel de estudios universitarios, un 40% tenía estudios secundarios y un 16,7% había finalizado los estudios primarios. El 41,4% de los sujetos se encontraba en el momento de la evaluación cursando algún tipo de estudio y el 83,3% se encontraba laboralmente activo.

Un 96,6% de los usuarios afirmaron usar el ordenador, de estos un 90% lo usaba a diario. El uso del ordenador principalmente se realizaba en el domicilio (100%) y en el trabajo (53,8%). La media de años de uso del ordenador fue de 10,23 años, con una mediana de 10 años y una DT de 5,39 años. Respecto al uso de lectores de pantalla, el promedio de años de uso fue de 6,2 (mediana 6 años y DT de 1,77 años). El

23,3% de los participantes se consideró como usuario principiante con respecto al conocimiento del uso de los ordenadores, un 70% como usuario medio y tan sólo un 6,7% como un usuario avanzado. Respecto al uso de otro tipo de tecnología, un 93,1% afirma ser usuario habitual del móvil y sólo un 6,7% usuario de agenda electrónica (ver tabla I).

Tabla I
Variabes sociodemográficas para los sujetos no ciegos y ciegos

	<i>Sujetos no ciegos</i> (n = 30)	<i>Sujetos ciegos</i> (n = 30)
Edad (Media/Md (DT))	42,1/43 (9,06)	36,57/36 (10,6)
Nivel de estudios	100% Universitarios	43,3% universitarios 40% secundarios 16,7% primarios
Años de uso del ordenador (Media/Md (DT))	17,4/18 (5,06)	10,23/10 (5,39)
Uso de ordenador en casa	96,7%	100%
Uso de ordenador en el trabajo	96,7%	53,8%
Conocimiento ordenador	40% avanzado 56,7% medio 3,3% principiante	6,7% avanzado 70% medio 23,3% principiante
Uso de móvil	90%	93,1%
Uso de agenda electrónica	26,7%	6,7%

Md: mediana, DT: Desviación típica.

5.2. Formato del documento (PDF vs. HTML)

Sujetos no ciegos

En cuanto al tiempo de resolución de las tareas de búsqueda, no se observan diferencias estadísticamente significativas al comparar los documentos en PDF y HTML. En ambos tipos de documento el promedio de tiempo de respuesta para las diferentes preguntas oscila entre los 20 y 43 segundos. Ambos tipos de documentos presentan un porcentaje similar de respuestas correctas e incorrectas, observándose para cada pregunta un porcentaje de respuestas correctas siempre superior al 90%. Respecto al cuestionario que valora diferentes aspectos relacionados con la tarea, los datos no muestran diferencias para ninguno de los 12 ítems del cuestionario.

Sujetos ciegos

Al comparar los documentos en PDF y HTML en cuanto al tiempo de resolución de las tareas de búsqueda (ver Tabla II) se observa diferencias estadísticamente significativas en la pregunta 2 (la palabra de búsqueda no aparece en el texto), 4 (pregunta sobre el contenido de una tabla) y 5 (pregunta sobre la bibliografía). En todos los casos, el tiempo de búsqueda fue menor en los documentos HTML. Para cada una de las preguntas, el tamaño del efecto fue moderado (pregunta 2, $r = 0,40$, pregunta 4, $r = 0,6$, pregunta 5, $r = 0,39$). Por lo que respecta al porcentaje de acierto, los datos muestran un porcentaje superior de respuestas correctas estadísticamente significativo, en la pregunta 2 ($\chi^2 = 80,23$, $p < 0,001$), pregunta 3 (McNemar-Bowker = 9, $g.l. = 3$, $p = 0,029$) y pregunta 4 ($\chi^2 = 26,69$, $p < 0,001$). En todos los casos, el porcentaje de respuestas correctas es superior en los documentos con formato en HTML (ver Tabla III). Respecto al cuestionario, se observan diferencias estadísticamente significativas en 8 de los 12 ítems (ver Tabla IV). En todos los casos, los documentos en formato HTML, muestran una percepción más favorable.

Tabla II
Resolución de tareas de búsqueda por sujetos ciegos. Comparaciones entre PDF y HTML en la variable tiempo

	Documento	Media (DT)	t (g.l.)	IC	p
P1. Búsqueda simple	PDF HTML	117,00 (94,47) 87,00 (86,19)	1,38 (28)	-14,44 ÷ 74,44	ns
P2. Búsqueda compleja	PDF HTML	161,17 (114,97) 100,10 (86,71)	2,38 (29)	8,49 ÷ 113,64	0,02
P3. Búsqueda dividida	PDF HTML	141,00 (127,07) 98,61 (89,74)	1,50 (27)	-15,51 ÷ 100,30	ns
P4. Búsqueda tabla	PDF HTML	138,30 (110,02) 56,33 (47,01)	4,04 (29)	40,50 ÷ 123,43	<0,001
P5. Búsqueda bibliografía	PDF HTML	137,30 (125,65) 82,60 (80,12)	2,30 (29)	5,99 ÷ 103,41	0,03

Variable tiempo valorada en segundos. DT: Desviación típica, t: t de student de medidas repetidas. g.l.: grados de libertad. IC: intervalo de confianza de la diferencia, p: significación estadística, ns: no significativo. P1. Búsqueda simple: Pregunta 1: Búsqueda simple, P2. Búsqueda compleja: Pregunta 2. La palabra sobre la que se pregunta no aparece en el texto, P3: Búsqueda dividida: Pregunta 3. Búsqueda en dos partes del texto, P4. Búsqueda tablas Pregunta 4. Pregunta sobre las tablas, P5 Búsqueda bibliografía: Pregunta 5. Pregunta sobre la bibliografía.

Tabla III
Resolución de tareas de búsqueda por sujetos ciegos

<i>Pregunta</i>	<i>Documento</i>	<i>% respuestas correctas</i>	<i>Estadístico</i>	<i>p</i>
P1. Búsqueda simple	PDF HTML	68,97 93,10	$\chi^2_{McNemar} = 4,47$	0,11
P2. Búsqueda compleja	PDF HTML	60 100	$\chi^2 = 80,23$	$p < 0,001$
P3. Búsqueda dividida	PDF HTML	66,67 86,67	$\chi^2_{McNemar} = 9$	0,029
P4. Búsqueda tabla	PDF HTML	72,40 100	$\chi^2 = 80,23$	$p < 0,001$
P5. Búsqueda bibliografía	PDF HTML	79,31 93,10	*	0,063

P1. Búsqueda simple: Pregunta 1: Búsqueda simple, P2. Búsqueda compleja: Pregunta 2. La palabra sobre la que se pregunta no aparece en el texto, P3: Búsqueda dividida: Pregunta 3. Búsqueda en dos partes del texto, P4. Búsqueda tabla: Pregunta 4. Pregunta sobre las tablas, P5 Búsqueda bibliografía: Pregunta 5. Pregunta sobre la bibliografía. * Cálculo de la probabilidad exacta mediante la aproximación binomial de la prueba de McNemar.

5.3. Ayudas a la navegación. Formato PDF

Sujetos no ciegos

Comparando el tiempo de búsqueda entre los documentos con formato PDF con y sin ayudas a la navegación (marcadores), los datos no muestran diferencias estadísticamente significativas. En ambos documentos el tiempo de búsqueda osciló entre los 28 y los 70 segundos. Los dos tipos de documentos presentan un porcentaje similar de respuestas correctas, siendo siempre este superior al 87% en todos los casos. Los datos derivados del cuestionario tampoco presentan diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los ítems.

Sujetos ciegos

Comparando el tiempo de resolución entre los documentos con formato PDF con y sin ayudas a la navegación (marcadores) los datos muestran diferencias estadísticamente significativas en la pregunta 1 (ver Tabla V), siendo más rápida la ejecución cuando el documento no presenta ayudas en la navegación (documento sin marcadores). El tamaño del efecto de la diferencia entre los dos tiempos es moderado ($r = 0,45$). Los dos tipos de documentos presentan un porcentaje similar de respuestas correctas e incorrectas, observándose en las diferentes preguntas un porcentaje de respuestas correctas que oscila entre el 60 y el 93%. Los datos derivados del cuestionario, no muestran diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los ítems.

Tabla IV
Respuesta al cuestionario de los sujetos ciegos. Porcentaje de respuesta para cada uno de los ítems del cuestionario

	<i>Docu- mento</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>Estadís- tico (g.l.)</i>	<i>p</i>
1. El documento era difícil de entender.	PDF HTML	0,00 0,00	13,33 0,00	80,00 40,00	6,67 60,00	0,64	ns ^{&}
2. La estructura del texto me ha ayudado a resolver las tareas.	PDF HTML	6,67 40,00	36,67 53,33	43,33 3,33	13,33 3,33	19,5 (5)	0,002*
3. La estructura del texto me ha facilitado la comprensión del texto.	PDF HTML	6,67 36,67	53,33 56,67	40,00 3,33	0,00 3,33	–	0,002‡
4. Las preguntas eran complicadas.	PDF HTML	0,00 0,00	30,00 0,00	66,67 60,00	3,33 40,00	34,81	<0,0001 ^{&}
5. La tarea ha sido larga.	PDF HTML	3,33 0,00	50,00 13,33	46,67 66,67	0,00 20,00	–	0,002‡
6. La estructura del texto me ha ayudado a encontrar las respuestas a las preguntas.	PDF HTML	0,00 25,00	32,14 64,29	53,57 7,14	14,29 3,57	–	<0,0001‡
7. Leer el contenido de la tabla ha sido fácil.	PDF HTML	33,33 36,67	46,67 63,33	16,67 0,00	3,33 0,00	8,08	<0,001 ^{&}
8. Me he sentido confuso, sin tener claro que debía hacer.	PDF HTML	0,00 0,00	16,67 6,67	56,67 43,33	26,67 50,00	5,9 (3)	ns*
9. He tenido que estar muy concentrado para encontrar las respuestas a las preguntas.	PDF HTML	33,33 3,33	56,67 73,33	6,67 20,00	3,33 3,33	11 (3)	0,012*
10. Me he sentido presionado por el tiempo.	PDF HTML	6,67 0,00	16,67 16,67	36,67 26,67	40,00 56,67	–	ns‡
11. Ser filmado me ha hecho sentir cohibido.	PDF HTML	0,00 0,00	0,00 0,00	10,00 6,67	90,00 93,33	–	ns‡
12. Creo que mi ejecución ha sido correcta.	PDF HTML	50,00 10,00	43,33 80,00	6,67 10,00	0,00 0,00	–	0,004*

g.l.: Grados de libertad. p: Grado de significación. *: Probabilidad derivada del estadístico McNemar-Bowker. ‡: Aproximación binomial a partir del estadístico McNemar-Bowker. & Prueba de bondad de ajuste.

Tabla V
Resolución de tareas de búsqueda por sujetos ciegos. Comparaciones entre los documentos PDF con y sin marcadores en la variable tiempo

	<i>Documento</i>	<i>Media (DT)</i>	<i>t (g.l.)</i>	<i>IC</i>	<i>p</i>
P1. Búsqueda simple	PDF _(Con marcadores) PDF _(Sin marcadores)	178,41 (114,45) 117,00 (94,47)	2,63 (28)	13,52 ÷ 109,31	0,01
P2. Búsqueda compleja	PDF _(Con marcadores) PDF _(Sin marcadores)	141,20 (118,44) 161,17 (114,97)	-1,15 (29)	-55,62 ÷ 15,69	ns
P3. Búsqueda dividida	PDF _(Con marcadores) PDF _(Sin marcadores)	190,03 (129,28) 148,10 (128,98)	1,53 (29)	-14,20 ÷ 98,06	ns
P4. Búsqueda tabla	PDF _(Con marcadores) PDF _(Sin marcadores)	133,87 (105,39) 138,30 (110,02)	-0,17 (29)	-57,27 ÷ 48,40	ns
P5. Búsqueda bibliografía	PDF _(Con marcadores) PDF _(Sin marcadores)	139,23 (119,89) 137,30 (125,65)	0,08 (29)	-47,47 ÷ 51,33	ns

Variable tiempo valorada en segundos. DT: Desviación típica, t: t de student de medidas repetidas. g.l.: grados de libertad. IC: intervalo de confianza de la diferencia, p: significación estadística, ns: no significativo. P1. Búsqueda simple: Pregunta 1: Búsqueda simple, P2. Búsqueda compleja: Pregunta 2. La palabra sobre la que se pregunta no aparece en el texto, P3: Búsqueda dividida: Pregunta 3. Búsqueda en dos partes del texto, P4. Búsqueda tablas Pregunta 4. Pregunta sobre las tablas, P5 Búsqueda bibliografía: Pregunta 5. Pregunta sobre la bibliografía.

5.4. Ayudas a la navegación. Formato HTML

Sujetos no ciegos

Respecto al tiempo de resolución entre los documentos con formato HTML con y sin ayudas a la navegación (inclusión de sumarios) se observan diferencias estadísticamente significativas en las preguntas 1 y 5, hallándose en ambos casos una resolución más rápida cuando el documento presenta sumario (ver Tabla VI). Aunque los valores del tamaño del efecto son moderados (pregunta 1: $r = 0,38$ y pregunta 5 $r = 0,40$). Ambos tipos de documentos presentan un porcentaje similar de respuestas correctas e incorrectas, observándose, como en los casos anteriores, un alto porcentaje de respuestas correctas (superior al 90%). Ninguno de los ítems del cuestionario elaborado ad hoc muestran diferencias estadísticamente significativas.

Tabla VI
Resolución de tareas de búsqueda por sujetos no ciegos. Comparaciones entre documentos HTML con y sin sumario en la variable tiempo

	<i>Documento</i>	<i>Media (DT)</i>	<i>t (g.l.)</i>	<i>IC</i>	<i>p</i>
P1. Búsqueda simple	HTML _(Con sumario) HTML _(Sin sumario)	28,90 (28,92) 54,13 (61,78)	-2,23 (29)	-48,39 ÷ -2,07	0,03
P2. Búsqueda compleja	HTML _(Con sumario) HTML _(Sin sumario)	33,17 (36,32) 43,37 (50,98)	-1,04 (29)	-30,35 ÷ 9,95	ns
P3. Búsqueda dividida	HTML _(Con sumario) HTML _(Sin sumario)	26,20 (21,64) 42,23 (55,20)	-1,85 (29)	-33,72 ÷ 1,65	ns
P4. Búsqueda tabla	HTML _(Con sumario) HTML _(Sin sumario)	28,20 (35,90) 30,63 (38,03)	-0,28 (29)	-20,24 ÷ 15,37	ns
P5. Búsqueda bibliografía	HTML _(Con sumario) HTML _(Sin sumario)	20,20 (19,84) 42,63 (51,12)	-2,35 (29)	-41,95 ÷ -2,92	0,03

Variable tiempo valorada en segundos. DT: Desviación típica, t: t de student de medidas repetidas. GL: grados de libertad. IC: intervalo de confianza de la diferencia, p: significación estadística, ns: no significativo. P1. Búsqueda simple: Pregunta 1: Búsqueda simple, P2. Búsqueda compleja: Pregunta 2. La palabra sobre la que se pregunta no aparece en el texto, P3: Búsqueda dividida: Pregunta 3. Búsqueda en dos partes del texto, P4. Búsqueda tablas Pregunta 4. Pregunta sobre las tablas, P5 Búsqueda bibliografía: Pregunta 5. Pregunta sobre la bibliografía.

Sujetos ciegos

Comparando los documentos en formato HTML con y sin ayudas a la navegación (inclusión o no de sumario) se observan diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de ejecución tan sólo en la pregunta 4 (ver Tabla VII). La ejecución en esta pregunta que esta referida a las tablas, es más rápida cuando el documento dispone de sumario. El tamaño del efecto de la diferencia encontrada es moderado ($r = 0,51$). El porcentaje de respuestas correctas es similar para ambos tipos de documentos, con y sin ayudas a la navegación (el porcentaje de aciertos oscila entre 77 y el 100% de las respuestas) y no se observan diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los ítems del cuestionario.

Tabla VII
Resolución de tareas de búsqueda por sujetos ciegos. Comparaciones entre documentos HTML con y sin sumario en la variable tiempo

	<i>Documento</i>	<i>Media (DT)</i>	<i>t (g.l.)</i>	<i>IC</i>	<i>p</i>
P1. Búsqueda simple	HTML _(Con sumario) HTML _(Sin sumario)	96,00 (97,99) 129,50 (113,65)	-1,54 (29)	-77,94 ÷ 10,94	ns
P2. Búsqueda compleja	HTML _(Con sumario) HTML _(Sin sumario)	100,10 (86,71) 109,23 (85,92)	-0,50 (29)	-46,55 ÷ 28,28	ns
P3. Búsqueda dividida	HTML _(Con sumario) HTML _(Sin sumario)	98,61 (89,74) 124,64 (118,44)	-0,89 (27)	-86,04 ÷ 33,97	ns
P4. Búsqueda tabla	HTML _(Con sumario) HTML _(Sin sumario)	56,33 (47,01) 119,23 (113,51)	-3,16 (29)	-103,58 ÷ -22,22	0,003
P5. Búsqueda bibliografía	HTML _(Con sumario) HTML _(Sin sumario)	82,60 (80,12) 104,60 (96,80)	-1,22 (29)	-58,83 ÷ 14,83	ns

Variable tiempo valorada en segundos. DT: Desviación típica, t: t de student de medidas repetidas. gl: grados de libertad. IC: intervalo de confianza de la diferencia, p: significación estadística, ns: no significativo. P1. Búsqueda simple: Pregunta 1: Búsqueda simple, P2. Búsqueda compleja: Pregunta 2. La palabra sobre la que se pregunta no aparece en el texto, P3: Búsqueda dividida: Pregunta 3. Búsqueda en dos partes del texto, P4. Búsqueda tablas Pregunta 4. Pregunta sobre las tablas, P5 Búsqueda bibliografía: Pregunta 5. Pregunta sobre la bibliografía.

5.5. División en bloques. Formato HTML: Tablas incluidas y vinculadas

Sujetos no ciegos

No se observan diferencias estadísticamente significativas comparando el tiempo de resolución entre los documentos con formato HTML con tablas incluidas y con tablas vinculadas, oscilando el tiempo de búsqueda entre los 20 y los 54 segundos. El porcentaje de respuestas correctas e incorrectas es similar en ambos tipos de documentos, siempre siendo el porcentaje de respuestas correctas superior al 90%. Al igual que en los casos anteriores, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los ítems del cuestionario.

Sujetos ciegos

Comparando los documentos en formato HTML con tablas incluidas y con tablas vinculadas se observa que cuando se realiza una pregunta sobre las tablas el tiempo en ejecución es significativamente menor cuando el documento presenta las tablas incluidas (Pregunta 4: HTML con tablas incluidas: media = 56,33, DT = 47,01, HTML con tablas vinculadas: media = 103,30, DT = 88,65, t = -2,7,

g.l. = 29, $p = 0,01$ IC diferencia = $82,59 \div -11,34$). El tamaño del efecto de la diferencia encontrada es moderado ($r = 0,45$). No se observan otras diferencias estadísticamente significativas para el resto de preguntas en la variable tiempo, ni para el porcentaje de respuestas correctas e incorrectas (porcentaje de aciertos superior al 87%), ni para ninguno de los ítems del cuestionario.

6. Discusión

A partir de los resultados de la sección anterior, se presentan las conclusiones del estudio agrupadas por participantes.

6.1. Participantes no ciegos

Los datos muestran que la ejecución de los participantes no ciegos es similar ante diferentes formatos de documentos y ayudas a la navegación en las variables estudiadas. No obstante, debe señalarse la alta variabilidad observada en el tiempo de ejecución. Por otro lado, también se observa que la ejecución es mayoritariamente correcta en todos los casos evaluados, lo que evidencia un efecto techo en la resolución de la tarea.

La variable respuestas correctas no ha aportado información discriminadora debido a que el tiempo disponible por los participantes para resolver cada pregunta, así como la dificultad propia de las mismas, permitían que los participante completasen holgadamente las tareas. Hay que hacer notar que el número de pruebas, la complejidad de los documentos (a nivel temático y a nivel gramatical) y el grado de dificultad de las preguntas se pensó para participantes ciegos con un nivel de estudios con una gran variabilidad y, en general, no universitarios. Para permitir la observación conjunta de los mismos fenómenos en los dos colectivos, las condiciones experimentales no se variaron para los participantes no ciegos, circunstancia que puede explicar que resultaran excesivamente fáciles para los participantes no ciegos, hasta el punto de no resultar sensibles a las variaciones individuales en el desempeño.

La única condición que facilita la actividad lectora es la existencia de sumario en los documentos HTML, con mejoras en la eficiencia en la resolución de las preguntas simples

6.2. Participantes ciegos

El grupo de participantes ciegos mostraba una alta variabilidad respecto a las características sociodemográficas: ocupación, nivel educativo y conocimiento del entorno de trabajo informático.

En la mayoría de casos se completaron las tareas con éxito, en las diferentes condiciones.

El uso del formato HTML respecto al formato PDF presenta resultados que indican una mayor eficiencia, eficacia y satisfacción. En las respuestas recogidas mediante el cuestionario se observan diferencias en 8 de los 12 ítems; que interrogan de forma más directa sobre la tarea realizada. El porcentaje de respuestas correctas es significativamente superior en tres de las cinco preguntas, y presenta un porcentaje superior aunque no estadísticamente significativo en las otras dos.

La existencia de marcadores en documentos PDF, sólo presenta ventajas cuando se trata de una respuesta simple, contrariamente a lo esperado según las hipótesis preliminares planteadas.

La presencia de sumario en documentos HTML ha actuado de forma favorable en la resolución de la pregunta 4 (pregunta referente a la información contenida en tablas). En este caso, su existencia ha permitido un acceso directo y más rápido desde su enlace en el sumario. Aunque no han presentado ventajas cuando se trataba de responder a una pregunta referente a la bibliografía.

Presentar las tablas completas dentro de los documentos HTML facilita una ejecución más rápida que si estas se muestran de manera vinculada en un documento externo. Esta condición no ha afectado a los resultados obtenidos en las restantes preguntas que no hacían referencia a la información contenida en las tablas.

A partir de las observaciones previamente discutidas, podemos concluir que:

1. La localización de los datos contenidos en tablas se ve facilitada en documentos HTML por la inclusión de un sumario que vincule con la tabla.
2. La inclusión de tablas completas en el cuerpo de un documento HTML facilita la actividad lectora por parte de los usuarios ciegos.

Finalmente, indicar que es posible recomendar el uso de HTML con sumario cuando el documento presente tablas y mejor que estas tablas estén completas.

6.3. Comparación con otros trabajos similares

La presente investigación aporta dos novedades relevantes respecto a la literatura existente en los estudios de usabilidad con ciegos: estudia la usabilidad del formato PDF y es un test de usabilidad cuantitativo. Este último hecho dificulta su comparación con la mayoría de artículos publicados, pues éstos solo aportan observaciones cualitativas.

El estudio que presenta unos parámetros más comparables con el presente, el de Theofanos y Redish (2003), no presenta resultados cuantitativos y maneja las observaciones de un número de usuarios no relevante estadísticamente.

El estudio de Murphy (2007), por su parte, coincide con el presente en algunos de los fenómenos observados: tablas, navegación dentro de una página y lectura en escaneo. La muestra, a su vez, es muy similar a nuestra investigación tanto en número de usuarios como en su grado de dominio de las herramientas utilizadas. Las diferencias básicas consisten en el lector de pantallas usado (Jaws en el 100 % de nuestros casos y en el 75 % los casos de Murphy), en la vía a través de la cual los usuarios obtuvieron formación en Jaws (cursos impartidos por la ONCE en nuestra investigación, y formación autodidacta en el estudio de Murphy), y en el tipo de documentos evaluados (creados ex profeso en nuestra investigación y reales los de Murphy). En cuanto a los resultados, sorprende ver la diferente percepción de los usuarios de su experiencia de lectura en ambos estudios, muy positiva en nuestra investigación y más crítica en la de Murphy. En cambio, el artículo de Lazar (2007) constata como el nuestro un grado de satisfacción elevado de los usuarios pese a las dificultades encontradas.

7. Conclusiones

Según los objetivos planteados, se han estudiado las características de accesibilidad que presentan los dos formatos técnicos más utilizados en revistas electrónicas (HTML y PDF), así como una parte de la variabilidad con la que estos formatos pueden ser presentados. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que los participantes ciegos presentan una mejor ejecución cuando los documentos presentan un formato HTML que incorporando ayudas en la navegación (presencia de sumario) y las tablas se incluyen en el documento. Las ayudas en la navegación en el caso de documentos PDF, parece dificultar la tarea más que facilitarla, aunque estos resultados podrían deberse a una menor familiaridad con el formato y sus aplicaciones. La ejecución de los participantes no ciegos parece ser independiente del tipo de formato (HTML vs PDF), aunque se beneficiarían como en el caso de participantes ciegos en la inclusión de ayudas a la navegación en el formato HTML.

Por último indicamos que el estudio podría continuarse aproximando las tareas a las condiciones reales de lectura, tanto mejorando el realismo del documento científico, como reproduciendo el escenario en el que los usuarios realizan habitualmente la tarea (consulta en despachos compartidos, consulta en biblioteca).

8. Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el Programa de Estudios y Análisis 2006, EA2006-0049, del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

9. Bibliografía

- ADOBE (2004). *PDF reference: Adobe portable document format version 1.6 (5th ed.)*. Adobe Systems Incorporated. <http://www.adobe.com/devnet/pdf/pdfs/PDFReference16.pdf> [Consulta: 14 febrero 2008].
- ADOBE (2005). Creating accessible PDF documents with Adobe Acrobat 7.0. A guide for publishing PDF documents for use by people with disabilities. Adobe. 108 p. http://www.adobe.com/enterprise/accessibility/pdfs/acro7_pg_ue.pdf [Consulta: 14 febrero 2008].
- Chen, X. (2005). Figures and tables omitted from online periodical articles: A comparison of vendors and information missing from full-text databases. *Internet Reference Services Quarterly*, vol. 10 (2), 75-88.
- Clark, J. (2005a). Facts and opinions about PDF accessibility. *A List Apart*, vol. 201.
- Clark, J. (2005b). Screen-reader usability study. <http://joeclark.org/access/webaccess/survey/Screen-Reader-Usability.html> [Consulta: 14 febrero 2008].
- Dillon, A. (2004). *Designing usable electronic text* (2nd ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Evans, G.; Kurniawan, S. H.; Blenkhorn, P. L. (2003). Document format and layout for blind people: Problems and possible solutions. En: *7th European Conference for the Advancement of Assistive Technology*, Dublin, Ireland. 456-460.
- Gale, A. (1998). *HCI research for blind users: A survey*. <http://www.mcs.vuw.ac.nz/~amyl/COMP/453/essay.ps> [Consulta: 14 febrero 2008].
- Hornbaek, K.; Frokjaer, E. (2001). Reading of electronic documents: The usability of linear, fisheye, and overview+detail interfaces. En: *Conference on Human Factors in Computing Systems*, 293-300.
- Hornbaek, K.; Frokjaer, E. (2003). Reading patterns and usability in visualizations of electronic documents. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 10 (2), 119-149.
- Kouroupetroglou, C.; Salampasis, M.; Manitsaris, A. (2007). Browsing shortcuts as a means to improve information seeking of blind people in the WWW. *Universal Access in the Information Society*, vol. 6 (3), 273-283.
- Lazar, J. et al. (2007). What frustrates screen reader users on the web: a study of 100 blind users. *International Journal of human-computer interaction*, vol. 22 (3), 247-269.
- Marchionini, G. (1995). *Information Seeking in Electronic Environments*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Morley, S. (1999). Auditory navigation in hyperspace: Design and evaluation of a non-visual hypermedia system for blind users. *Behaviour & Information Technology*, vol. 18 (1), 18-26.
- Murphy, E.; Kuber, R.; Mcallister, G.; Strain, P.; Yu, W. (2007). An empirical investigation into the difficulties experienced by visually impaired internet users. *Universal Access to Information Society*, DOI: 10.1007/s10209-007-0098-4.
- O'Hara, K. (1996). *Toward a typology of reading goals No. XRCE Technical Report No. EPC-1996-107*. Xerox Research Centre Europe. <http://www.xrce.xerox.com/Publications/Attachments/1996-107/EPC-1996-107.pdf> [Consulta: 14 febrero 2008].
- Pardo, A.; San Martín, R. (1994). *Análisis de datos en psicología II*. Madrid: Pirámide.

- Pearson, R.; Van Schaik, P. (2003). The effect of spatial layout of and link colour in web pages on performance in a visual search task and an interactive search task. *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 59 (3), 327-353.
- Petrie, H.; Fisher, W.; Langer, I.; Weber, G.; Gladstone, K.; Rundle, C.; Pyfers, L. (2002). Universal interfaces to multimedia documents. En: *IEEE International Conference on Multimodal Interfaces (4th)*, 319-324.
- Petrie, H.; Morley, S.; McNally, P.; O'neill, A.M.; Majoe, D. (1997). Initial design and evaluation of an interface to hypermedia systems for blind users. En: *ACM Conference on Hypertext (8th)*, 48-56.
- Rho, Y. J.; Gedeon, T. D. (2000). Academic articles on the web: Reading patterns and formats. *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 12 (2), 219-240.
- Riedel, S.; Wünschmann, W. (2004). Evaluation of a web based information system for blind and visually impaired students: A descriptive study. *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3206, 611-619.
- Romero Zúñiga, R.; Ávila Clemente, V.; Alcántud Marín, F. (2001). Análisis de la accesibilidad y usabilidad de páginas web para usuarios ciegos. En: *ISAAC 2001: Odisea de la Comunicación. Segundas Jornadas sobre Comunicación Aumentativa y Alternativa*.
- Souto, V. T.; Dyson, M. C. (2004). Location of the table of contents in web documents: Same screen or separate screen. En: *IADIS International Conference WWW/Internet 2004*, vol. 1, 519-526.
- Stewart, R.; Narendra, V.; Schmetzke, A. (2005). Accessibility and usability of online library databases. *Library Hi Tech*, vol. 23 (2), 265-286.
- Theofanos, M.F.; Redish, J. (2003). Bridging the gap: between accessibility and usability. *Interactions*, vol. 10 (6), 36-51.
- W3C (1999). *Web Content Accessibility Guidelines 1.0*. May 1999. <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/> [Consulta: 14 febrero 2008].
- W3C (2006). *Web Content Accessibility Guidelines 2.0*. W3C Working Draft 11 December 2007. <http://www.w3.org/TR/WCAG20/> [Consulta: 14 febrero 2008].