

## Innovación Tecnológica para Acceder Expresiones Matemáticas Digitales

Carlos Arriola A., Francisco J. Aceves H.

ESIME-Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional  
Karlos.arriola@gmail.com, aceves5@gmail.com

**Abstract.** Los info-excluidos son una gran población de millones de personas, con grados variables de discapacidad visual, que no pueden acceder a la Web, como consecuencia de los inadecuados diseños del software disponible actualmente. Mediante el enfoque sistémico, se ha logrado desarrollar un software que permite a los discapacitados visuales acceder a expresiones matemáticas complejas, tales como ecuaciones de segundo grado, integrales y gradientes.

**Keywords:** Palabras Clave – accesibilidad, discapacidad visual, expresiones matemáticas.

**Abstract.** Info-excluded are a great population, of millions of persons, with a variable degree of visual incapacity, who can not access to the Web, as a consequence of the inadequate design of the available software. By means of the systemic approach, it has been developed software that allows the persons with visual incapacity to access to complex mathematical expressions such as second degree equations, integrals and gradients.

**Keywords:** accessibility, mathematical expressions, visual disability.

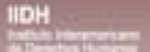
### 1. INTRODUCCIÓN

A pesar de que el surgimiento de la Web y su posterior crecimiento exponencial, han supuesto un cambio radical en cuanto a la facilidad de difusión y disponibilidad de información, las limitaciones y el mal uso de las tecnologías de información por parte de los diseñadores Web están dando lugar a situaciones de imposibilidad de acceso a la información por parte de aquellos usuarios con discapacidad visual.



II Foro Internacional  
Derechos Humanos y  
Tecnologías de la Información  
y la Comunicación (TIC) en la Educación

25 y  
26 de  
agosto  
2009



Según la Organización Mundial de la Salud (OMS; 2004) el porcentaje de ciudadanos en el mundo con discapacidad visual se estima en 180 millones.

La difusión de expresiones matemáticas por el Ciberespacio sigue siendo una de las asignaturas pendientes de la World Wide Web (WWW). Para cubrir esta carencia el W3C ha desarrollado MathML, que está llamado a ser el estándar de comunicación de matemáticas en la Web que, a pesar de ser diseñada y concebida por y para científicos, la capacidad de inclusión de expresiones matemáticas en archivos HTML es muy pequeña.

Es por ello que en el trabajo de Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias, con especialidad en Ingeniería de Sistemas, realizado por el primer autor, y dirigido por el segundo autor, se buscó y logró desarrollar un software que permite a los discapacitados visuales acceder a expresiones matemáticas complejas.

## 2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada fue la de Sistemas Suaves, de Checkland (1990), que analiza los agentes participantes en el proceso indicados en el cuadro 1.

CUADRO 1 AGENTES PARTICIPANTES EN EL SISTEMA

CATWOE

C = Clientes (beneficiarios o víctimas, Discapacitados)

A = Actores (los que participan en el sistema)

T = Transformación (proceso básico que se realiza)

W = Weltanschauung (perspectiva adoptada)

O = Owners (propietarios del sistema)

E = Entorno (constricciones del sistema)

Al aplicar la metodología de los sistemas suaves, se reconoce la importancia del Ciberespacio como actividad humana, pero al mismo tiempo se pretende dejar



II Foro Internacional  
Derechos Humanos y  
Tecnologías de la Información  
y la Comunicación (TIC) en la Educación  
25 y 26 de agosto 2009

constancia del resto de sus facetas, las cuales no se presentan a detalle, pero que han de estar continuamente presentes cada vez que se hable del Ciberespacio, como lo demuestra insistentemente la realidad (Cuadro 2).

#### CUADRO 2 EL CIBERESPACIO VISTO COMO UN SISTEMA

- Sistema de relaciones sociales
- Sistema Diseñado Abstracto
- Sistema transformador de información
- Sistema adaptador de variedades
- Sistema Diseñado Físico
- Sistema de comunicaciones
- Sistema de Actividades Humanas
- Sistema de intercambio de información
- Sistema administrativo
- Sistema de soporte a la decisión

Si el Ciberespacio se puede ver como el conjunto de personas, redes y procesos que, dentro de una Cibersociedad, se encargan de que la información correcta esté en el lugar apropiado, en el momento adecuado y en el formato y soporte más conveniente Para su posible Acceso, el objetivo, y por tanto el problema, es encontrar la tecnología adecuada para realizar esa tarea

### 3. RESULTADOS

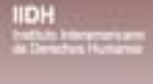
#### 3.1. Tipos y niveles de comunicación en el Ciberespacio

Las comunicaciones que se establecen son de tres tipos básicamente: a) las relaciones de intercambio de información entre computadoras; b) las relaciones de intercambio de información entre hombres y computadoras; y) las relaciones de intercambio de información entre seres humanos a través de las computadoras. Estos tres tipos de intercambio de información no deben pensarse como elementos separados. La realidad es que en el Ciberespacio quienes se comunican directamente son las computadoras. Son ellas las que actúan como mediadoras



II Foro Internacional  
Derechos Humanos y  
Tecnologías de la Información  
y la Comunicación (TIC) en la Educación

25 y 26 de agosto 2009



para posibilitar nuestras comunicaciones interpersonales. El Ciberespacio es, un espacio relacional cibernético, en el que unas computadoras, que constituyen unas redes, sirven de medio para que se establezcan unas comunicaciones entre humanos. El hecho es que estos tres tipos de comunicaciones se dan simultáneamente, formando parte de un proceso: (1) para establecer contacto con otros seres humanos que están en otros puntos de la red, (2) nosotros nos comunicamos con las computadoras, (3) que se comunican entre sí.

Sin embargo, el utilizar el término “comunicación” tanto para computadoras como para hombres, o entre hombres y computadoras, puede inducir a error si se piensa que estos procesos de intercambio de información son de la misma naturaleza. Efectivamente, en los tres casos se produce un intercambio de información, pero estos tienen fines y condicionantes distintos. Los fenómenos de intercambio de información se dan prácticamente en todos los niveles de la escala biológica y es la forma de regulación o de autorregulación de los sistemas complejos. Pero lo que interesa en este momento son dos tipos de fenómenos de intercambio y su naturaleza: los que se producen entre seres humanos y computadoras y su interrelación.

### 3.2. Comunicación humano-computadora

Las computadoras son sistemas que poseen dispositivos de entrada y de salida. En este caso, es en los primeros donde se establecen las interfaces que posibilitan el intercambio entre computadoras y seres humanos. Para que sea posible comunicarse con la computadora es necesario establecer un lenguaje comprensible para que traduzcamos nuestras intenciones en órdenes. Los límites de nuestras intenciones están en los límites de las órdenes que la computadora puede aceptar para procesarlas. Es decir, que nuestras posibilidades comunicativas se reajustan en función de aquellas que la computadora puede aceptar y convertir en salida lógica o mecánica.

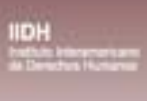
La Cibernética es el estudio de las analogías entre los sistemas de control y comunicación de los seres vivos y los de las computadoras; y en particular, el de las aplicaciones de los mecanismos de regulación biológica a la tecnología” (DRAE). Esta definición adquiere una nueva dimensión cuando no se trata ya del “estudio de analogías”, sino del estudio de un proceso integrado. Ya no hay analogías, casos separados que muestran semejanzas, sino un proceso integrado en el que hombres y computadoras se encuentran interrelacionados plenamente a través de una intermediación comunicativa.



II Foro Internacional  
Derechos Humanos y  
Tecnologías de la Información  
y la Comunicación (TIC) en la Educación

25  
26 de  
agosto  
2009





### 3.3. Formalización del Modelo

Una vez establecido el modelo, es necesario comprobar que cumple, aunque sea parcialmente, una serie de requisitos validatorios; la validación real será aplicarlo al Ciberespacio y ver que responde a los problemas que en éste se plantean. Para ello, Checkland propone nueve condiciones que si se cumplen, y sólo si se cumplen, aseguran que el modelo es un sistema formal

### 3.4. Humanización / Convivialidad

Un Sistema de Diseño Participativo debe comprender herramientas para poder acceder al Ciberespacio, para poder realizar las actividades y proporcionar soporte a las actividades en grupo, a las funciones del Ciberespacio.

El problema de la Accesibilidad tiene relación muy estrecha con la tecnología. A fin de cuentas, se trata de decidir entre adaptar la tecnología al hombre o el hombre a la tecnología. Esta adaptación se produce, o se debiera producir, a todos los niveles, ya que la interacción con el hombre (HCI) existe desde el más pequeño procesador de texto al mayor sistema distribuido de datos. Cada nivel exige un tipo de Accesibilidad distinto, pero no por ello menos necesario que otros.

Las herramientas han de estar diseñadas de tal forma que faciliten su utilización aproximando la forma de interacción con la computadora a aquella otra que le es más natural al hombre. Evidentemente, el grado de Accesibilidad depende también del «estado del arte» de la tecnología.

Pero la Accesibilidad, en su definición inicial, es algo más que la facilidad de uso. Esto convierte a la Accesibilidad en una parte muy importante de la informática en general y de el Diseño Participativo en particular, y más aún cuando la tecnología es cada vez más compleja y más especializada.

### 3.5. Tecnología de Diseño Participativo

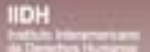
Se plantea el concepto de Integración como un nexo de unión entre los diferentes niveles y para dar cohesión a cada uno de ellos. También, como la base que soporta actualmente el grado de Accesibilidad generado por la tecnología.

Un buen diseño de un sistema De Diseño Participativo ha de utilizar unos criterios que le permitan evolucionar con la tecnología, pero sin depender de ésta



II Foro Internacional  
Derechos Humanos y  
Tecnologías de la Información  
y la Comunicación (TIC) en la Educación

25<sup>y</sup>  
26<sup>de</sup>  
agosto  
2009



para solucionar los problemas que se le plantean. El sistema De Diseño Participativo más simple y tradicional ha consistido siempre en intentar accesibilizar al Ciberespacio con textos alternativos.

Son muchos los ejemplos en que se llama sistema del Ciberespacio a herramientas aisladas, y el intercambio de información es uno de los casos más claros. Esto sucede porque se interpreta erróneamente la Accesibilidad. Por lo demás, un sistema De Diseño Participativo no estará completo hasta que no comprenda los tres niveles del modelo.

Dentro de éste, el grado de sistematización del Ciberespacio crece a lo largo de tres ejes:

- Integración Intranivel
- Integración Internivel
- Integración Humana

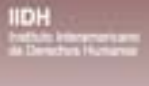
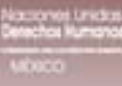
Por su parte, la integración internivel facilita la fase del acceso a la información entre los niveles. A nadie se le escapa que la intercomunicación en sí no es posible sin HCI; en este sentido, los sistemas tecnológicos del Ciberespacio dependen de las herramientas que lo componen, pero al mismo tiempo, la creciente capacidad de proceso exige disponer de interfaces de comunicación efectivas. Ejemplo de esta integración ínter nivel puede ser la implantación de una interfase personal en la PC. Se trata de potenciar una herramienta a través de la Accesibilidad para poder acceder a los datos. No se intenta variar la herramienta ni el método de comunicación, sino potenciarlos a través de la simbiosis entre ambos.

Por último, la integración humana aparece por el hecho ampliamente comentado de que al final siempre es el individuo quien maneja las herramientas o los sistemas. Esto implica que la Accesibilidad debe existir a todos los niveles y que tanto en las herramientas como en los sistemas se debe incorporar la tecnología apropiada para conseguir la humanización del Diseño Participativo. En las herramientas, este tipo de integración ha llevado a dotarlas de interfaces más convivenciales (accesibles) como los lectores de pantalla.



**II Foro Internacional**  
**Derechos Humanos y**  
**Tecnologías de la Información**  
**y la Comunicación (TIC) en la Educación**

25 y 26 de agosto 2009



### 3.6. SISTEMA DE ACCESO AUDIBLE A EXPRESIONES MATEMÁTICAS DIGITALES

La implementación reciente de MathML en los navegadores y en los lectores de pantalla abre finalmente la posibilidad del acceso a expresiones matemáticas en formato digital para las personas con discapacidad visual. A continuación se presenta el método aplicado para realizar dicho sistema.

Para tal fin, como se concluyó en el desarrollo de la presente investigación; emergieron las necesidades de falta de accesibilidad, indicando como una posible solución la “Caja de Herramientas” y por consiguiente la innovación de herramientas software. Para tal efecto, se investigó sobre las tecnologías y metodologías necesarias para facilitar la accesibilidad requerida.

### 3.7. Situación Actual

En la actualidad, lo habitual para incluir expresiones matemáticas en documentos digitales es utilizar imágenes para las páginas Web o usar el formato interno del Editor de Ecuaciones para documentos en formato DOC, esta última es totalmente inaccesible, la primera permite cierto grado de accesibilidad introduciendo textos alternativos (ALT) a cada expresión incluida en forma de imagen pero esto resulta bastante laborioso, sobre todo si hay una cantidad importante de documentos preexistentes.

### 3.8. Editor de Ecuaciones de Word

La herramienta habitual utilizada para producir expresiones matemáticas ha sido Word con el Editor de Ecuaciones 3.0.

El lector de pantalla Jaws permite acceder a textos digitales. Pero las fórmulas matemáticas en Word producidas por el Editor de Ecuaciones resultan totalmente inaccesibles para esta herramienta.



II Foro Internacional  
Derechos Humanos y  
Tecnologías de la Información  
y la Comunicación (TIC) en la Educación

25 y  
26 de  
agosto  
2009

### 3.9. Herramientas a utilizar

#### 3.9.1. MathML

Es un lenguaje de marcado creado para poder incluir expresiones matemáticas en la Web, superando así las limitaciones que en ese sentido posee HTML, con lo cual las expresiones pueden ser buscadas, cortadas, pegadas y reutilizadas en otros documentos o en programas de procesamiento simbólico y también representadas en múltiples modos (visuales, sonoros, táctiles).

En su diseño se ha tenido en cuenta su accesibilidad para los lectores de pantalla. MathML es una aplicación de XML y puede ser considerada un módulo de XHTML. Tal como sucede con los editores de páginas Web, actualmente existen editores de expresiones que permiten crearlas y producir el código MathML sin que el usuario tenga que involucrarse con este, incluso estos editores se van integrando a los editores de páginas Web. Los editores de MathML utilizados comúnmente son Amaya, MathType, etc.

Los navegadores ya están incluyendo la capacidad de representar las expresiones matemáticas contenidas en páginas Web en formato MathML, entre ellos: Amaya (incluye editor) e Internet Explorer 6.0 (requiere el plug-in MathPlayer).

MathML incluye dos formas de marcado que deben producir representaciones iguales, una de ellas es llamada marcación por presentación y la otra marcación por contenido. Están relacionadas con las dos formas en que puede pensarse o leerse cualquier expresión matemática.

Por ejemplo "x5" puede ser descrita en el contexto del álgebra de dos maneras: "equis exponente cinco" o "equis elevado a la quinta potencia"; en el primer caso se está describiendo por presentación y en el segundo por contenido.

#### 3.9.2. MathType

Esta herramienta es una versión ampliada del Editor de Ecuaciones de Word, producida por la misma empresa que este (Design Science). Al instalarla reemplaza al Editor de Ecuaciones y se agrega como nueva entrada en los menús de Word como se muestra en la siguiente figura, permitiendo la edición de expresiones matemáticas y además posee una variedad de prestaciones adicionales, entre ellas tiene la opción "Exportar a MathPage" (Export to



II Foro Internacional  
Derechos Humanos y  
Tecnologías de la Información  
y la Comunicación (TIC) en la Educación

25  
26 de  
agosto  
2009



MathPage), a través de la cual genera un documento XML en el que las expresiones están incluidas en formato MathML.

### 3.9.3. MathPlayer

Es una herramienta (plug-in gratuito) para que Internet Explorer represente en pantalla las expresiones matemáticas incluidas en forma de MathML en una página Web. Incluye la posibilidad de agrandar en el momento de la navegación el tamaño de la expresión y también puede pronunciar la misma, necesitando que esté instalado Microsoft Reader y su sintetizador de voz.

### 3.9.4. Jaws

La versión 5.0 del conocido lector de pantalla posee compatibilidad con MathML y con MathPlayer + Internet Explorer. Si bien esta versión de JAWS aún no posee traducción al español, puede seleccionarse el sintetizador en este idioma, con lo cual posee una funcionalidad relativamente adecuada, salvo los menús.

## 3.10. MÉTODO A APLICAR

El método propuesto a aplicar, consiste de las siguientes etapas:

- Instalar MathType en el procesador de textos Word.
  - Instalar el plug-in MathPlayer para el navegador Internet Explorer (versión 6.0 o mayor).
  - Editar las expresiones matemáticas en Word con MathType que se pretendan presentar en la página Web deseada, por medio del navegador Internet Explorer.
  - Exportar el código de las expresiones matemáticas con (Export MathPage) editadas en Word con MathType, con lo cual se tendrán las expresiones matemáticas en lenguaje MathML.
  - Una vez exportado el código al navegador Internet Explorer con la opción (plug-in MathPlayer, I.E. behavior) estas se presentarán en la página Web (formato htm), pudiendo ser accedidas de forma audible por el usuario con el lector de pantalla Jaws 5.0.



II Foro Internacional  
Derechos Humanos y  
Tecnologías de la Información  
y la Comunicación (TIC) en la Educación  
25 y 26 de agosto  
2009

Ecuación de segundo grado

$$x = \left( \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \right)$$

El lector de pantalla leerá: x igual a paréntesis izquierdo inicia fracción; menos b más menos inicia raíz cuadrada de b cuadrada menos 4 a c fin de raíz sobre 2 a, fin de fracción paréntesis derecho.

Integral

$$\int_{-\infty}^{+\infty} 4x^3 dx$$

El lector de pantalla leerá: integral de menos infinito a más infinito de cuatro equis cúbica dx

Gradiente

$$\nabla(x_1, x_2, x_3) = x_1^3 + 2x_2 + x_3^2 + 1$$

El lector de pantalla leerá: gradiente del vector paréntesis izquierdo x1 x2 x3 paréntesis derecho igual a equis1 cúbica más 2 x2 más x3 cuadrada más 1

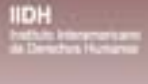
### 3.11. Problemática presentada y soluciones encontradas

Con este método, el plug-in MathPlayer pronuncia las expresiones matemáticas en inglés, aunque JAWS esté configurado para un sintetizador en español, dado que es el propio MathPlayer quien genera a partir del MathML las cadenas de texto que representan a este auditivamente y las envía al JAWS a través de Windows, utilizando el mecanismo MSAA (Microsoft Active Accessibility).

Para resolver la traducción de las expresiones en idioma inglés a idioma español con las que MathPlayer representa auditivamente las expresiones matemáticas, se utilizó la facilidad del diccionario de usuario que provee Jaws. El diccionario es una tabla que convierte cada cadena de caracteres de entrada que se especifique en la cadena de salida que se indique. Como las cadenas de entrada son los



II Foro Internacional  
Derechos Humanos y  
Tecnologías de la Información  
y la Comunicación (TIC) en la Educación  
25 y 26 de agosto  
2009



nombres en inglés de símbolos o estructuras matemáticas generados por MathPlayer, es poco probable que aparezcan en el resto del texto que se encuentra en idioma español, con lo cual la posibilidad de falsos reemplazos resulta muy baja.

#### 4. CONCLUSIÓN

El presente trabajo se basó en la Metodología de Sistemas Suaves (SSM) de Checkland así como en el Modelo de complejidad de tres niveles, obteniendo un modelo que permitió emergieran las necesidades de Accesibilidad en el Ciberespacio (Web), así como en un conjunto de herramientas tecnológicas que han surgido en la actualidad y que sin duda revolucionarán el estado del uso del medio digital para expresiones matemáticas, produciendo un gran impacto en su accesibilidad por parte de los usuarios discapacitados visuales.

El Enfoque Sistémico permitió obtener una perspectiva global sobre la Web accesible en el sentido no abordado en un principio, detalladamente el subsistema de la accesibilidad a expresiones matemáticas digitales; previamente se analizó un panorama del ambiente externo del mismo, sus objetivos, recursos y principales características.

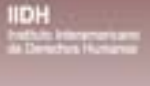
En el modelo de tres niveles de complejidad del Ciberespacio se propone una nueva forma de ver el Ciberespacio a través de la complejidad. Lo más destacable de este modelo, y nexo de unión entre todos los demás, es el factor humano. Los niveles de complejidad se asocian a la relación entre la consideración de las actividades del Ciberespacio y el agente que las realiza. De esta forma se llega a distinguir entre Procesos Individuales, Procesos Sistémicos y Proceso Global, según sean los agentes implicados individuos, grupos o Cibersociedad.

Siguiendo la misma estructura de este primer modelo, se tiene el modelo de Diseño Participativo, donde se realizan las mismas distinciones pero en función de la tecnología. Los niveles establecidos son el de Herramientas Individuales, Sistemas Tecnológicos del Ciberespacio y Sistemas De Diseño Participativo. Con estos dos modelos se dispone de un esquema conceptual completo para analizar el Ciberespacio y la tecnología asociada. La conclusión más importante de relacionar estos dos modelos es que cualquier aproximación tecnológica a los problemas del Ciberespacio ha de hacerse teniendo en cuenta los tres niveles y sólo de esta forma se podrá disponer de soluciones que no se limiten a aspectos concretos. El modelo del Ciberespacio proporciona una idea exacta de cómo ha



II Foro Internacional  
Derechos Humanos y  
Tecnologías de la Información  
y la Comunicación (TIC) en la Educación

25 y  
26 de  
agosto  
2009



de concebirse el diseño tecnológico para adaptarlo al Ciberespacio, el modelo de Diseño Participativo clasifica la tecnología según el nivel al que se aplique.

El modelo de Funciones, establecido a partir de la Metodología de Sistemas Suaves, es el complemento de los otros dos. A través de él se pueden observar las diferentes categorías de las actividades en el Ciberespacio, distinguiéndose entre Proceso de Información, Comunicación, Coordinación y Decisión. Mientras que los modelos de niveles de complejidad parten de la relación establecida entre el Ciberespacio y el Diseño Participativo con el factor humano -y por supuesto, los niveles de complejidad distinguibles desde el punto de vista de los sistemas-, el modelo de Funciones parte de una definición del Ciberespacio en el que se ponen de manifiesto los aspectos más relevantes de las actividades en éste en función de su alcance. Con este modelo se tiene una perspectiva completa de cuál es la situación en el Ciberespacio en cuanto al tipo de tareas que se llevan a cabo.

Al relacionar los tres modelos aparecen dos conceptos muy importantes: la Accesibilización e Integración. El concepto de Accesibilización permite concebir el desarrollo tecnológico en función del nivel de Integración, concepto que establece la dependencia funcional entre los niveles y dentro de éstos. Con ellos se tiene completo el cuadro del Ciberespacio y del Diseño Participativo. Así, se dispone de un modelo dinámico que sirve no sólo como pauta de diseño tecnológico, sino como base para el diagnóstico de tecnologías e implementaciones. Un modelo capaz de absorber el desarrollo tecnológico sin perder validez y que permite analizar éste en función de sus aplicaciones; un análisis detallado puede llevar incluso a marcar líneas de innovación futuras en función de los niveles propuestos por el modelo, lo cual se aplicó en la presente investigación basándose en la “caja de herramientas” como una solución e innovación a la problemática presentada.

Se alcanzaron los objetivos planteados, diseñando el Sistema de Acceso Audible a Expresiones Matemáticas Digitales, obteniendo resultados funcionales y de aplicación satisfactorios, logrando así acceder de forma audible a expresiones matemáticas digitales en la Web.

## 5. REFERENCIAS

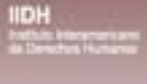
- [1] Bass, L. 2002. Avoiding “We can’t change THAT”. Software Architecture and Usability. 05-631: USE Lecture. Carnegie Mellon University, USA
- [2] Bertalanffy L. Von. 2000. Teoría General de los Sistemas. Editorial Fondo de Cultura Económica. México
- [3] Benedikt, M. 1992,. Cyberspace. First steps. MIT Press., London



**II Foro Internacional**  
**Derechos Humanos y**  
**Tecnologías de la Información**  
**y la Comunicación (TIC) en la Educación**

25  
26 de  
agosto  
2009





- [4] Bevan, N.. 1996. User-Centred Design. Version 1.2. Telematics Applications Project IE 2016. Information Engineering Usability Support Centres, UK
- [5] Booth et al. 2000. Evaluating Web Resources for Disability Access. ACM SIGCAPH Conference on Assistive Technologies. 2000, pp. 80-84
- [6] Checkland, P. 1981: Systems thinking, systems practice, J. Wiley & Sons, Chichester.
- [7] Checkland, P. y J. Scholes 1990: Soft Systems Methodology in action, J. Wiley & Sons, Chichester
- [8] Constantine & Lockwood. Software for Use: A Practical Guide to the Models and Methods of Usage Centered Software. Addison-Wesley
- [9] Dumas, J and Redish, J 1993. "A Practical Guide to usability Testing". Ablex,
- [10] Gigh, J. P. van. 2000. Teoría General de Sistemas, Ed. Trillas, México
- [11] Nielsen, J. 1993, "Usability Engineering". Academic Press, London
- [12] Sáez Vacas, F. 1992. Complejidad y tecnología de la información, Inst. Tecn. Bull, Madrid; reimpr. 1994, E.T.S.Ing. Telecom., Madrid

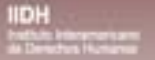
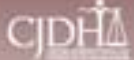
## 6. Sitios de Internet

- [13] Diseño Inclusivo: Marco Metodológico para el Desarrollo de Sitios Web Accesibles. [http://www.nosolousabilidad.com/articulos/disenio\\_inclusivo.htm](http://www.nosolousabilidad.com/articulos/disenio_inclusivo.htm)
- [14] Henry, Shawn Lawton (2003). Another -ability: Accessibility Primer for Usability Specialists. UPA (Usability Professionals' Association) 2003 Conference <http://www.upassoc.org/conf2003/call/downloads/01-Another-Ability.pdf>
- [15] Jackson-Sanborn, Emily et al.(2002). Web site accessibility: a study of six genres. En: Library Hi-Tech, Volume 20, nº 3, pp.308-317. <http://www.emeraldinsight.com/0737-8831.htm>
- [16] Jakob's Nielsen site (Usable Information Technology) <http://www.useit.com/>
- [17] Jaws, versión 5.00.846, Freedom Scientific, Screen Reader (lector de pantalla) <http://www.freedomscientific.com>
- [18] MathPlayer, versión 2.0, Design Science (plug-in software) <http://www.dessci.com/en/products/mathplayer/download.htm>
- [19] MathType, versión 5.2, Design Science(editor de ecuaciones) <http://www.dessci.com/en/products/mathtype/trial.asp>
- [20] Nielsen, Jakob. (2001). Beyond Accessibility: Treating People with Disabilities as People. Alertbox, 11 de Noviembre de 2001. <http://www.useit.com/alertbox/20011111.html>
- [21] Romero et al. (2001). Análisis de la usabilidad y accesibilidad de páginas Web para usuarios invidentes. ISAAC 2001. Septiembre [http://acceso.uv.es/unidad/pubs/2001-isaac/Isaac2001\\_ciegos.htm](http://acceso.uv.es/unidad/pubs/2001-isaac/Isaac2001_ciegos.htm)
- [22] STATUS. 2002. Software Architecture That Supports Usability Project. <http://www.ls.fi.upm.es/status/index.html>
- [23] Stephanidis, C. et al. (1998). Universal Accessibility in HCI: Process oriented design guidelines and tool requirements. <http://ui4all.ics.forth.gr/UI4ALL-98/stephanidis1.pdf>



II Foro Internacional  
Derechos Humanos y  
Tecnologías de la Información  
y la Comunicación (TIC) en la Educación

25 y 26 de agosto 2009



72 Carlos Arriola A., Francisco J. Aceves H.

- [24] Sullivan, T., Matson, R. (2000). Barriers to Use: Usability and Content Accessibility on the Web's Most Popular Sites. Proceedings of the Conference of Universal Usability 2000. <http://www.pantos.org/ts/papers/BarriersToUse.pdf>
- [25] Word, versión 2003, Microsoft Systems <http://www.microsoft.com>
- [26] World Wide Web Consortium (W3C) <http://www.w3.org/>



**II Foro Internacional**  
**Derechos Humanos y**  
**Tecnologías de la Información**  
**y la Comunicación (TIC) en la Educación**

25 y  
26 de  
agosto  
2009