

Estado del arte sobre tecnologías de la Web Social y Web Semántica para la mejora de accesibilidad en educación superior

Nelson Piedra¹, Janneth Chicaiza¹, Jorge López¹, Elizabeth Cadme¹, Diana Torres¹, Ma. del Carmen Cabrera¹, René Elizalde¹, Manuel Valarezo¹, Marlon Viñán¹, Audrey Romero¹, Ramiro Ramírez¹, Juan Carlos Morocho¹, Eduardo Encalada¹ y Ma. Belén Mora¹, Concha Batanero², Eva García-López³, Antonio García-Cabot³, Luis De Marcos³

¹ Tecnologías Avanzadas de la Web y Sistemas Basados en el Conocimiento
Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica

Universidad Técnica Particular de Loja

1101608 San Cayetano Alto S/N, Loja, Ecuador

{nopiedra, jachicaiza, jalopez2, iecadme, datorres, mccabrerax, rrelizalde, mavalarezo5, msvinan, aeromero2, rramirez, jcmorocho, aeencalada, mbmora}@utpl.edu.ec

² Departamento de Automática

Universidad de Alcalá

Alcalá de Henares, España

concha.batanero@uah.es

³ Departamento de Ciencias de la Computación

Universidad de Alcalá

Alcalá de Henares, España

{eva.garcial, a.garciac, luis.demarcos}@uah.es

Resumen. Para conseguir que las personas tengan la posibilidad de acceder de forma universal a los recursos y servicios académicos y científicos en el mundo, y por tanto, se beneficien de una educación inclusiva, es necesario promover dos tipos de acceso: centrado en las personas, y centrado en las máquinas; este último acceso significa que debe permitir a las máquinas procesar de manera inteligente los datos y recursos de la Web. En este artículo se presenta un estudio en el cual se identifica el potencial de las tecnologías de la Web 2.0 para llegar a un mayor conglomerado de aprendices y se destaca la necesidad de resolver ciertas barreras de acceso que dificultan su uso por parte de personas que tienen alguna discapacidad. Además, se destaca la importancia de tener una Web accesible para las máquinas; mediante el uso de tecnologías semánticas, se podrían conseguir mejoras sustanciales en la accesibilidad de un determinado componente del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: Educación Inclusiva, Accesibilidad Web, Web Social, Web Semántica.

1 Introducción

En el ámbito de la educación superior, las instituciones académicas que están experimentando con aprendizaje basado en la Web se ha incrementado en los últimos años [1]; sin embargo, existen ciertas barreras técnicas y de infraestructura que impiden o dificultan el acceso y participación de sectores vulnerables de la población. La Convención de las Naciones Unidas sobre derechos de las Personas con Discapacidad (2006) reconoce a la accesibilidad como un derecho humano básico¹.

Para conseguir que las personas tengan la posibilidad de acceder de forma universal a los recursos y servicios académicos y científicos en el mundo, y por tanto, se beneficien de una educación inclusiva, es necesario promover dos tipos de acceso: centrado en las personas y centrado en las máquinas.

Por una parte, para promover un acceso centrado en las personas, desde la perspectiva de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), el uso y desarrollo actual de herramientas y servicios basados en la Web Social, plantea una nueva visión y una ventana de oportunidades para hacer de la Web, y sus recursos, un medio al alcance de todos.

Aunque el software social ha hecho posible que cualquier persona pueda participar como un autor en la sociedad del conocimiento y ha incrementado el uso interactivo de la web, es necesario analizar hasta qué punto los servicios y el contenido creado socialmente, es accesible para personas con alguna discapacidad (sobre todo porque este tipo de medio es importante en sus relaciones sociales [2]).

Por otra parte, una Web más accesible para las máquinas, significa que la estructura, el contenido y demás componentes de un recurso, podrán ser procesables y entendibles por agentes de software; por tanto, diferentes herramientas y aplicaciones serían capaces de determinar el significado de los datos que procesan y así realizar los ajustes al entorno o recursos, según lo requiera el usuario.

En el contexto de la educación, las barreras de acceso a contenidos académico y de interacción pueden ser mucho más fáciles de superar si contamos con el apoyo y participación de agentes máquina que recomienden rutas de aprendizaje según las características de cada usuario. En este sentido, para las personas con discapacidad, la Web Semántica puede aportar a la accesibilidad de recursos y servicios web, las computadoras dispondrán de más datos en formato procesables e interoperables que harán más fácil la posibilidad de encontrar recursos, acceder a servicios, recibir recomendaciones según sus necesidades de acceso, mejorar la participación y colaborar a través de la web.

En este trabajo, en la Sección 2, se presenta el impacto y uso del software social en educación superior; luego se recogen diferentes estudios sobre los principales aspectos relacionados con la accesibilidad de algunos de los servicios sociales más populares; finalmente se destacan algunas iniciativas y proyectos enfocados a lograr una Web Social más accesible. En la Sección 3, se describen las tecnologías semánticas más importantes, así como su aplicación para la mejora de la accesibilidad Web y su impacto en diferentes sistemas de aprendizaje en línea. Finalmente en la Sección 4, se presentan las conclusiones de este trabajo. En la Sección 4, se incide sobre la impor-

¹ United Nations (2006). Convention on the Rights of Persons with Disabilities.

tancia de la representación semántica del contenido Web en general y de los estándares sobre accesibilidad en particular.

2 Accesibilidad en la Web Social

Los servicios y herramientas web basadas en software social tienen al usuario como el principal protagonista para crear, revisar, distribuir, comunicar y compartir de forma colaborativa contenidos digitales. Esta característica es clave para generar un modelo educativo colaborativo centrado en el estudiante, innovar mediante procesos y prácticas educativas abiertas, y en general para llegar a una educación inclusiva.

2.1 Problemas de Accesibilidad de las redes sociales

En este apartado, se analiza hasta qué punto los servicios y el contenido creado socialmente es accesible para las personas con discapacidades. A continuación se destacan ciertos estudios que resaltan los problemas de accesibilidad más comunes.

En [3] se destaca la faceta excluyente de las redes sociales, en palabras de Javier Del Arco, Coordinador Científico de la Fundación Vodafone España, “no son accesibles para las personas que padecen alguna diversidad funcional..., lo que no es ético ni asumible en el siglo XXI”. Según Del Arco en [3] esta situación se da por “un error de diseño, al no aplicarse en su momento, cuando las redes sociales fueron diseñadas sin la formulación de accesibilidad universal”.

Por otra parte, en una nota de prensa publicada en el sitio de Discapnet² se recogen las palabras de Blanca Alcanda, directora general de la empresa Technosite³, respecto de la accesibilidad de plataformas de redes sociales, y asegura que las redes sociales tienen un nivel de accesibilidad “bajo”. En concreto, el documento señala que el nivel de accesibilidad es “muy deficiente”, desde el punto de vista del análisis de requerimientos técnicos; mientras que según la experiencia de los usuarios con discapacidad, el nivel es “deficiente”. En el estudio se han incluido un total de ocho plataformas, las más extendidas en España -Facebook, Tuenti, MySpace, Xing, LinkedIn, Twitter, Flickr y Windows Live Spaces.

En la Tabla 1, se enlistan las herramientas sociales más populares, su uso en Educación⁴ y los problemas de accesibilidad identificados.

Tabla 1. Uso de Software Social en Educación y Problemas de Accesibilidad.

SERVICIO SOCIAL	DESCRIPCIÓN DE USO EN EDUCACIÓN	PROBLEMAS DE ACCESIBILIDAD
Youtube	Su capacidad de embeberse dentro de las páginas Web de la mayoría de entornos	Youtube presenta barreras de acceso especialmente para personas con discapacidad visual.

² <http://www.discapnet.es/>

³ <http://www.technosite.es/>

⁴ En [8] se pueden encontrar los criterios y prácticas relacionadas a la utilización de herramientas y servicios sociales que tienen un potencial en la formación de Educación Superior.

SERVICIO SOCIAL	DESCRIPCIÓN DE USO EN EDUCACIÓN	PROBLEMAS DE ACCESIBILIDAD
	virtuales de aprendizaje, facilita el enriquecimiento del contenido que ahí se publica.	Su reproductor aunque incluye ciertas características de accesibilidad para discapacitados, no es lo suficientemente accesible [4]; por ejemplo, no presta la suficiente funcionalidad para ser utilizado a través de, medios asistidos como lectores de pantalla, o por teclado. Además su uso implica un número excesivo de pulsaciones por teclado para realizar tareas, mediante un lector de pantallas, y otras resultan prácticamente imposibles de ejecutar [5].
Twitter	Aunque twitter, en el ámbito de la educación, podría ser considerado como un elemento distractor, más bien se deberían buscar nuevas formas de aprovecharlo con fines educativos; los estudiantes podrían utilizar este servicio para: desarrollar estrategias de expresión y habilidades de comunicación, de una manera creativa y fomentar una comunidad de aprendizaje dentro y fuera del aula [6].	Según un análisis técnico realizado por el Observatorio de la Accesibilidad TIC de Discapnet ⁵ , twitter tiene un nivel de accesibilidad muy deficiente; de los aspectos evaluados en el 2010, los de mayor nivel de cumplimiento se refieren al acceso multinavegador y al color; y el mayor volumen de “malas prácticas” tiene que ver con el uso de scripts no accesibles.
Slideshare	Slideshare es una opción interesante para compartir presentaciones en la red. En el contexto de la Educación permite a los profesores compartir sus presentaciones de una forma fácil y efectiva, entre otras por las siguientes razones : no necesitan un soporte físico, no es necesario fijar un acuerdo para el traspaso del material, facilita la reutilización de presentaciones, por tanto, supone un gran ahorro de tiempo para quienes dirigen el proceso de aprendizaje.	En cuanto al análisis de la accesibilidad de slideshare no se han encontrado estudios; más bien en [7] se identifican los aspectos que deberían ser evaluados, algunos de los cuales se nombran a continuación: * Herramientas de autor: interfaz para subir, editar y gestionar presentaciones, así como para generar widgets de Slideshare. * Herramientas sociales para: compartir una presentación en sitios sociales, empotrar una presentación, comentar, utilizar grupos y eventos, etc.
Facebook	En [9] se resalta que las redes sociales como Facebook y las capacidades de comunicación social pueden generar beneficios tanto al profesor como para el estudiante, tales como: el hecho de recurrir a un mayor número de estilos de aprendizaje, proporcionar una alternativa al formato de clase tradicional, crear una comunidad de la clase en línea y el incremento de interacción profesor-estudiante y estudiante-estudiante.	En [10] se señala que Facebook tiene un diseño muy complejo que dificulta el trabajo a los lectores de pantalla y por lo tanto a los usuarios que los utilizan; en este mismo trabajo se destacan los problemas que esto puede ocasionar a usuarios ciegos. Sobre el estado y notificación de actualización de contenido e interacción con otros usuarios, en [11] se destaca el problema que subyace en estas redes, donde los usuarios ciegos no son notificados inmediatamente si en una determinada página se ha realizado algún cambio o comentario, o si han recibido una invitación de amistad o si han sido etiquetados en una foto.
Blogs	Los blogs tienen un gran potencial como herramienta en el ámbito de la enseñanza, ya que se pueden adaptar a cualquier	Un primer estudio del 2008 [15], menciona un conjunto de buenas prácticas para poder hacer que un blog sea usable y accesible. Para esto

⁵ <http://www.discapnet.es/Castellano/Actualidad/Discapacidad/paginas/detalle.aspx?noticia=265242>

SERVICIO SOCIAL	DESCRIPCIÓN DE USO EN EDUCACIÓN	PROBLEMAS DE ACCESIBILIDAD
	disciplina, nivel educativo y metodología docente. En [12] se analizan “las características de un blog que favorecen su aprovechamiento en procesos de enseñanza-aprendizaje”. De forma concreta para cualquier aprendiz, el hecho de contar historias le ayudaría a mejorar su lenguaje y sus habilidades de lectura [13] en [14].	presenta un número de pasos a seguir para la evaluación de un blog (de forma concreta evalúa <i>Blogger</i>), con el objetivo de poder obtener resultados reales que generen acciones futuras y soluciones para un sin número de blogs libres en la web; en definitiva se menciona que se debe evaluar: el código de marcado, estilos y CSS, imágenes, idioma, color, funcionamiento, acrónimos y abreviaturas, interacción con el sitio, enlaces accesibles y navegación.

2.2 Opciones de mejora de la Accesibilidad de las redes sociales

Para reducir los problemas de accesibilidad de ciertas redes sociales (algunos identificados en la Tabla 1) diferentes autores proponen una serie de opciones.

En [16] se exponen técnicas para mejorar la accesibilidad web de los usuarios con deficiencias visuales. La primera se enfoca en la navegación dirigida al contexto, que utiliza particionamiento de páginas web, técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural y Aprendizaje Automático; esto permite a los usuarios con discapacidad visual imitar la navegación de aquellos que no la tienen, ahorrando tiempo en escuchar cosas irrelevantes. En segundo lugar, se presenta el sistema *HearSay* que es capaz de detectar las actualizaciones de las páginas web (por ejemplo cambios producidos por una comunidad de usuarios que etiquetan los recursos encontrados); de esta manera el contenido dinámico sería más accesible para las personas con discapacidad visual.

En otro trabajo [17], se presenta un nuevo modelo de interacción para usuarios que utilizan lectores de pantalla; la propuesta es demostrada a través de un sistema llamado *DTorial*, un audio tutorial basado en contenido incrustado en una aplicación o página web. Según el estudio realizado, este framework ha tenido una efectividad potencial para los usuarios de lectores de pantalla al momento de acceder a las aplicaciones y páginas web.

Por otro lado, los mashups se han convertido en buenos ejemplos de soluciones de accesibilidad, ya que obtienen lo mejor de las aplicaciones web y las combinan para dar un servicio de valor agregado. Las aplicaciones enriquecidas son otro ejemplo de mejora de la accesibilidad ya que ofrecen funcionalidades parecidas a las encontradas en las aplicaciones de escritorio.

Además de soluciones o propuestas lógicas o técnicas para mejorar la accesibilidad, también existen dispositivos físicos que pueden ayudar en ésta tarea. Entre ellos están los dispositivos hápticos que permiten obtener estímulos sensoriales mediante el tacto. En [18] se hace énfasis en la necesidad de que los diseñadores de páginas web brinden retroalimentación háptica para asegurarse que sus páginas y aplicaciones web estén a la medida cuando se usa estos dispositivos.

Otra solución para la mejora de la accesibilidad es presentada en [19], donde se describe una interfaz cerebro ordenador, que ha sido desarrollada para ayudar a las personas con discapacidad. Tres aplicaciones han sido desarrolladas utilizando éste paradigma. La primera es un navegador que permite acceso a internet y controlar la

computadora. La segunda aplicación permite controlar un brazo robótico para manipular objetos. La tercera aplicación es una herramienta básica de comunicación que permite a las personas con discapacidad severa interactuar con otras personas utilizando los comandos básicos relacionados con las emociones y necesidades. Todas las aplicaciones tienen interfaces visuales que muestran las diferentes opciones relacionadas con la aplicación. Para seleccionar un comando específico, el usuario debe centrarse en la opción deseada.

3 Web Semántica en el mejoramiento del acceso a recursos y servicios en entornos de Educación Superior Virtual

La Web Semántica, mediante sus tecnologías, permite expresar datos, conocimiento y su significado mediante lenguajes formales, de esta manera es posible que agentes de software puedan identificar la semántica subyacente en estas representaciones. Esto significa que, la capacidad de entendimiento podrá ser asumida por las máquinas, para interpretar los datos que reciben del entorno, determinar su significado y generar nuevos datos mediante reglas lógicas.

Según la W3C, la Web Semántica es una Web de datos. Estos datos pueden venir en toda clase de formatos, lenguajes, estilos, estructuras. Este enfoque de la Web Semántica está alineado con la visión original que tuvo Berners-Lee de la Web a finales de 1980 en la que el significado de la información tiene un rol clave y la información está almacenada dentro de una base de datos global, distribuida y de datos enlazados a través de la Web.

Para las personas con discapacidad, la Web Semántica puede aportar a la accesibilidad de recursos y servicios web pues las máquinas dispondrán de más datos en formato procesables e interoperables de manera que puedan encontrar recursos, acceder a servicios, recibir recomendaciones según sus necesidades de acceso, mejorar la participación, colaborar a través de la web, y en definitiva entender los datos así como el contexto para ajustar el contenido, la estructura y presentación de los recursos según las necesidades específicas de los usuarios.

3.1 Introducción a las Tecnologías Semánticas

Una de las tecnologías de la Web Semántica es XML (Extensible Markup Language), lenguaje que permite definir los datos a nivel sintáctico y es la base sobre la que se sustentan el resto de tecnologías de la Web Semántica.

Un documento XML representa de forma explícita los datos y la estructura de los recursos web; es decir, la codificación de un documento mediante XML, posibilita que una máquina pueda diferenciar entre el contenido y la presentación de un documento, a diferencia de un documento HTML en el que se mezcla la información con la presentación.

La definición adecuada de la estructura de un recurso Web y la codificación correcta de sus datos mediante XML, permitirán al usuario navegar fácilmente por sus

componentes y garantizará la presentación de su contenido de una forma adecuada para personas con alguna discapacidad.

Sin embargo, a pesar de las posibilidades que ofrece XML para romper ciertas barreras y llegar al ideal de Web y recursos de acceso universal, existen algunas limitaciones al momento de codificar datos mediante un lenguaje sintáctico como XML; así resultaría complejo poder determinar el verdadero contexto o significado de dos datos o conceptos que compartan el mismo significado o la misma identidad.

Por tanto, para la resolución de conflictos de significado, la Web Semántica provee lenguajes como RDF (*Resource Description Framework*) que permite especificar de forma explícita el significado de los datos.

RDF es el lenguaje recomendado por la W3C para la descripción de recursos Web y sigue el formalismo de representación de las redes semánticas, además está basado en XML, por tanto, hereda también sus características a la hora de mejorar la accesibilidad del contenido. De forma adicional, mediante RDF, se puede conseguir la reutilización, la evolución y la extensibilidad de esquemas de metadatos, así como mayor nivel de interoperabilidad y accesibilidad de los datos descritos.

El formato RDF tiene algunas ventajas respecto de las técnicas tradicionales de accesibilidad; por ejemplo, permite asociar múltiples alternativas de contenido según el problema de discapacidad de una persona.

Para el consumo de datos expresados en RDF, existen lenguajes que permiten acceder, consultar y filtrarlos. Uno de los lenguajes de consulta recomendados por la W3C es SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language).

Una tecnología que ofrece la mayor capacidad y flexibilidad de representación semántica y que complementa a las tecnologías descritas hasta ahora son las ontologías [20, 21]. Una ontología es un modelo formal de representación de conocimiento que permite a las personas y máquinas utilizar y procesar no solo datos sino conocimiento.

En el contexto de la Web, una ontología puede ser utilizada como vocabulario consensuado para describir los conceptos, relaciones y demás términos presentes en un dominio de conocimiento; a partir de esta esquema es posible comenzar a describir en RDF individuos o instancias específicas de un concepto o una clase.

La aplicación de las tecnologías mencionadas consigue un efecto sinérgico para mejorar la accesibilidad del contenido Web. Así, de forma independiente al dominio de conocimiento, al esquema de metadatos utilizado para representar los datos de ese dominio, al repositorio de almacenamiento donde están los datos y a las plataformas y herramientas utilizadas, es posible acceder, recuperar y entender cualquier descripción RDF disponible en la Web. Esta característica, permite conseguir interoperabilidad y accesibilidad de datos a un nivel superior del que se había podido alcanzar en la Web hasta ahora.

3.2 Uso de las tecnologías semánticas para la mejora de la accesibilidad e inclusión web

Diferentes ámbitos de aplicación han tenido las tecnologías semánticas para conseguir un acceso web universal. A continuación, se destacan los siguientes trabajos relacionados con las tecnologías indicadas.

Plataformas

SWAP (*Semantic Web Accessibility Platform*), mediante esta plataforma es posible crear representaciones alternativas de los sitios web, de manera que, personas con necesidades diversas y sobre todo personas con discapacidad puedan acceder con facilidad al contenido [22].

La construcción de vistas múltiples se puede conseguir mediante la interpretación de declaraciones semánticas (acerca de perfiles de usuario y estructuras de páginas) representadas en RDF; y también mediante la anotación semántica de los recursos. Las declaraciones semánticas RDF, permitirían por ejemplo en base al perfil de usuario organizar los elementos en la pantalla, usar colores personalizados, establecer idioma de lectura, teclas de acceso rápido, etc.

Por otra parte, en [23] se propone la creación de un framework para aplicaciones Web basado en conceptos de la Web Semántica; mediante esta propuesta se pueden construir aplicaciones que mejoren la accesibilidad en la Web.

Ontologías

De la revisión bibliográfica realizada, se ha encontrado que las ontologías han sido utilizadas para modelar diferentes componentes de la Accesibilidad y la Inclusión Web. En la figura 1, se resume el tipo de información (desde general como información de contexto, hasta específica como preferencias de los usuarios) que podría ser definida mediante ontologías. La combinación de esta información mediante reglas lógicas permitiría verificar si los requerimientos y restricciones de las diferentes comunidades están siendo atendidas por las aplicaciones y recursos que están siendo desplegados en los dispositivos preferidos por los usuarios [24].



Figura 1. Información del dominio de Accesibilidad e Inclusión Web que puede ser modelada por ontologías

Para establecer un vocabulario común para intercambiar y describir información relacionada a la accesibilidad Web, en [24] se propone la ontología ACCESSIBLE⁶. Esta ontología describe los principales términos y restricciones presentes en el proceso de desarrollo de aplicaciones Web.

Para la descripción semántica de la estructura de las páginas y así facilitar la navegación de los usuarios por su contenido, en [25] se propone la ontología denominada WAFa (*Web Authoring for Accessibility*), enfocada en modelar la estructura de páginas XHTML, con esta estructura es posible transformar los documentos de manera que sean comprensibles para usuarios con alguna discapacidad visual.

Anotación semántica de recursos

Una de las actividades clave para conseguir que el contenido Web sea accesible tanto para las máquinas como para las personas es la anotación semántica de los recursos; esto significa que el texto relevante de un recurso (como nombres de personas, localizaciones, organizaciones, áreas de conocimiento, etc.) debe ser identificado y definido formalmente utilizando lenguajes como RDF. De esta manera, las diferentes aplicaciones o dispositivos de acceso Web, podrán distinguir la información relevante y la que no lo es [26].

Las anotaciones semánticas pueden incorporar información acerca de la importancia de los contenidos de los diferentes perfiles de usuario. Otro uso importante de las anotaciones semánticas es la descripción clara de las secciones de un contenido; comprender esta especificación permitirá que la información pueda ser accesible para usuarios con capacidades diferentes.

Otro trabajo que se destaca en este campo se describe en [22], donde se analiza cómo mediante anotaciones semánticas es posible apoyar una educación inclusiva considerando las necesidades de personas con problemas de aprendizaje, sin que esto signifique una carga excesiva para quienes producen los recursos web.

Para semi-automatizar la generación de anotaciones semánticas y así dar soporte de accesibilidad a personas con deficiencias visuales, en [27] se propone un enfoque denominado Dante; esta herramienta es utilizada junto a métodos de diseño de páginas Web como WSDM (*Web Services Distributed Management*).

Reconocimiento de estructuras semánticas en sitios web

Una pregunta a resolver en cuanto a la accesibilidad Web es, ¿Cómo mejorar la accesibilidad y usabilidad de los sitios web actuales, sin que ello implique volver a construir el sitio?, sobretodo de aquellos sitios que resultan muy sobrecargados con información, donde la navegación resulta demasiado compleja y que inducen al error; y sobretodo cuando se trata de personas con limitaciones funcionales.

El reconocimiento automático de la semántica de los elementos de interacción de un sitio web es propuesto en [28], aplicando técnicas de extracción de la estructura semántica de las páginas web, a través de un análisis que permite reconocer e identificar las partes internas de una página que son importantes de cara a un particular uso

⁶ <http://www.accessible-eu.org/index.php/ontology.html>

o escenario de accesibilidad. Dichas partes deben corresponder a tareas de interacción concretas y que se enmarcan en los llamados “modelos de tareas”, los cuales constituyen flujos de trabajo que guían al usuario en la navegación de las páginas. Cada tarea identificada deberá quedar asociada a un concepto semántico dentro del sitio, cuya descripción se almacena en formato RDF.

Hacia un nuevo modo de interacción usuario-web

Para acercar la web semántica a los beneficiarios finales mediante aplicaciones altamente usables cuyo diseño esté centrado en el usuario, en [29] se plantea cambiar el modo de interacción entre el usuario y la web, de manera que se pase de un modelo Acción-Objeto a un modelo Objeto-Acción que pueda aplicarse a objetos heterogéneos y donde el actor primero selecciona el objeto y luego la acción que desea ejecutar; y la web semántica lo facilita.

Bajo este nuevo paradigma los objetos o recursos tienen asociadas anotaciones representadas en formato RDF, tienen acciones implementadas a través de Servicios Web Semánticos y donde la visualización se realiza utilizando una interfaz HTML tradicional.

3.3 Aplicaciones en el contexto de la Educación Superior

En el contexto educativo, las tecnologías semánticas pueden ser aplicadas para mejorar la accesibilidad de un determinado componente del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya sea, mediante la personalización de la experiencia de usuario con necesidades especiales, o mediante la masificación de un servicio para que llegue a la mayor audiencia posible; en este sentido, se podría hablar de dos tipos de sistemas: i) Sistemas de Aprendizaje Adaptativos (*for each*) y ii) Sistemas de Aprendizaje Inclusivos (*for all*).

Sistemas de Aprendizaje Adaptativos (*for each*), se refiere a sistemas que intentan conseguir que las personas puedan acceder a un aprendizaje personalizado, de acuerdo a sus necesidades y preferencias específicas. En este grupo se pueden destacar los siguientes trabajos:

- Presentación adaptativa o personalizada. Un ejemplo en este caso puede ser, SADIE, un mecanismo que utiliza una ontología para definir la estructura de documentos Web XHTML, y los mecanismos de transformación programática de un documento que ha sido anotado semánticamente y ha sido definido mediante una CSS determinada [30].
- Contenido Personalizado. En [31] se presenta un mecanismo de adaptación o transformación de contenidos de aprendizaje (PLCAM) de acuerdo a las capacidades de los dispositivos móviles y a las necesidades individuales de cada estudiante.

Sistemas de Aprendizaje Inclusivos (*for all*), su objetivo es proporcionar acceso a la mayor audiencia posible, sobretodo, incluir en procesos educativos a personas con discapacidades.

- Una de las plataformas educativas más utilizadas son los LMSs (*Learning Management Systems*), cuya accesibilidad es cuestionada en [32]. En este trabajo se menciona que a pesar de que estos sistemas incluyen ciertas opciones de accesibilidad, sin embargo, están diseñados para proporcionar una sofisticada organización (como representaciones visuales de gran complejidad: menús desplegados,...) de los componentes de un curso; esta situación puede dificultar el procesamiento y legibilidad del contenido por parte de las herramientas o dispositivos de apoyo para personas con discapacidad visual.

4 Representación semántica de estándares sobre accesibilidad

La representación semántica del contenido publicado en la Web permite la expresión gráfica o a través de esquemas del conocimiento lingüístico de los contenidos. Se realiza a través de lenguajes de descripción que establecen reglas estructurales y semánticas para la representación de los datos. En [33] se define RDF (Resource Description Framework) como un estándar para la representación de datos que nos permite el intercambio de éstos en la Web. Este modelo es recogido en las recomendaciones del W3C, y supone un avance frente al lenguaje XML.

RDF se caracteriza por dos aspectos clave. El primero consiste en que cada elemento fundamental en que es descompuesta la información, es concebido para el conocimiento, a diferencia de XML donde eran concebidos para datos. Cada elemento, por tanto, tiene un significado. A su vez varias entidades unidas dan como resultado un hecho, y, de un conjunto de hechos se genera conocimiento. El segundo aspecto clave se trata de que una aplicación RDF puede interconectar archivos publicados por diferentes personas y “aprender” nuevos conceptos de ellos, puesto que se permite enlazar documentos que utilicen vocabularios comunes y permite que cualquier documento use cualquier vocabulario [34]. Todo ello confiere a RDF la característica de escalabilidad, no lograda con XML debido al orden rígido de sus elementos y a un costoso mantenimiento. Además el Lenguaje RDF ofrece una infraestructura para el proceso de información entre máquinas a través de parsers (analizadores RDF) y otras herramientas de procesamiento automatizado [35].

El modelo de datos de RDF, descrito en [36], está formado por tres elementos fundamentales: recursos, propiedades y sentencias (también llamadas proposiciones, declaraciones o tripletas). Las sentencias a su vez están formadas por sujeto, objeto y predicado, donde cada uno de ellos son a su vez recursos. Las tripletas se pueden representar de forma gráfica utilizando el sujeto y el objeto como nodos y el predicado como arco. A todos estos elementos hay que añadir las URIs (Uniform Resource Identifiers) de los objetos, presentes en todo momento en la representación, pues son utilizadas para identificar a estos en la Web.

Por otro lado, tras un estudio pormenorizado de la normativa aplicable en materia de accesibilidad, se ha concluido que la norma “ISO/IEC 24751: Adaptabilidad y accesibilidad individualizadas en aprendizaje electrónico en educación y formación”,

es la más completa, pues engloba desde las preferencias de los usuarios hasta los recursos y su interconexión. Une dichas preferencias con los recursos digitales, proporcionando el proceso completo desde el usuario hasta su satisfacción.

El modelo RDF es de aplicación directa a la norma ISO/IEC 24751, tanto en su parte 2: "Access for all, personal needs and preferences for digital delivery" [37], como en su parte 3: "Access for all" digital resource description" [38]. Así, en [35] se describe como una de las aplicaciones del lenguaje RDF, la representación de información de cosas que pueden ser identificadas en la Web, aunque no puedan ser directamente recuperadas, como es el caso de la descripción de las preferencias de los usuarios. Además, el hecho de que el modelo RDF esté particularmente orientado a la representación de metadatos sobre recursos Web, le hace especialmente interesante para la parte 3 de la citada norma, donde se describen metadatos específicos de accesibilidad, aplicables a los recursos digitales, todo lo cual incrementará las posibilidades de éxito en la búsqueda de recursos digitales accesibles a través de la Web.

Con el fin de hacer un uso eficiente de esta norma a través de las nuevas tecnologías, desde el proyecto ESVI-AL, se está trabajando en la elaboración de un vocabulario RDF de la norma ISO/IEC 24751 que permita representarla de manera formal y posibilite búsquedas eficaces de recursos digitales accesibles.

El campo de trabajo es el modelo de información presentado por la norma, en sus partes 2 y 3, donde los datos están distribuidos en categorías, subcategorías y atributos. A modo de ejemplo en la tabla 2 se muestran, los atributos correspondientes a la categoría "Control" y subcategoría "Emulación del ratón".

Tabla 2. Atributos de las necesidades y preferencias sobre la emulación del ratón.

Atributo	Incidencias permitidas	Tipo de dato	Espacio de valores
Uso	Cero o una por emulación del ratón	usage_vocabulary	Requerido, preferido, uso opcional y prohibido
velocidad del cursor	Cero o una por emulación del ratón	real (10,4) rango (0.0 .. 1.0)	0.0="slow", 0.5="medium", 1.0="fast"
aceleración del cursor	Cero o una por emulación del ratón	real (10,4) rango (0.0 .. 1.0)	0.0="slow", 0.5="medium", 1.0="fast"
dispositivo de emulación del ratón	Cero o una por emulación del ratón	mouse_emulation_device_vocabulary	Consola, teclado, conmutador, voz
Aplicación	Cero o más por emulación del ratón	Application	Contenedor

A continuación se muestra un registro RDF correspondiente a la emulación del ratón

```
<rdf:Description
  rdf:about="URI del objeto emulación del ratón">
  <cd:incidencias permitidas>
    Cero o una por emulación del ratón
  </cd:incidencias permitidas>
```

```
<cd:tipo de dato>usage_vocabulary</cd:tipo de dato>  
<cd:espacio de valores>  
  Requerido, preferido, uso opcional y prohibido  
</cd:espacio de valores>  
</rdf:Description>
```

5 Conclusiones

En este estudio se ha enfocado la Accesibilidad Web como un aspecto que debe ser abordado desde dos perspectivas: a nivel de las personas y a nivel de las máquinas. Mediante las tecnologías de la Web 2.0 se puede llegar a un mayor conglomerado de personas; sin embargo, en las redes sociales subyacen ciertas barreras de acceso que dificultan su uso por parte de personas que tienen alguna discapacidad.

Por otra parte, las tecnologías de la Web Semántica posibilitan que las máquinas puedan acceder y procesar “inteligentemente” los datos y recursos Web. Este hecho puede ser aprovechado para mejorar la experiencia de los usuarios con discapacidades. De forma específica, el uso de XML y los lenguajes semánticos derivados proveen un puente para conseguir que el contenido Web que es accesible para máquinas llegue a ser accesible también para las personas.

Agradecimientos

Agradecer a la "Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación" del Ecuador (SENESCYT), entidad que ha proporcionado becas a varios de los autores de este trabajo.

Este trabajo ha sido financiado en parte por la Comisión Europea, a través del proyecto ESVI-AL del programa ALFA.

Referencias

1. Richardson, W.: The new face of learning. (Tech. Rep. No. 164), Edutopia (2006)
2. Suriá, R.: Discapacidad y adolescencia, ¿son factores que potencian el riesgo hacia la adicción a las redes sociales online?. *Psiquiatria.com* (2012)
3. Oliva, C.: Redes Sociales y Jóvenes: Una intimidad cuestionada en Internet. *APOSTA Revista de Ciencias Sociales* (2012)
4. Moreno L., Gonzalez M., Martínez P., Iglesias, A.: A Study of Accessibility Requirements for Media Players on the Web. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design for All and eInclusion*, vol. 6765, pp. 249—257. Springer, Heidelberg (2011)
5. Miyashita, H., Sato, D., Takagi, H., Asakawa, C.: Browser for Multimedia — Introducing Multimedia Content Accessibility for Visually Impaired Users. *Proceedings of the 9th in-*

- ternational ACM SIG. ACCESS Conference on Computers and accessibility, pp. 91-98 (2007)
6. Coles, T.: Using Twitter for student learning (2010)
 7. Martín, S.: Accesibilidad en Slideshare: ámbito (2008)
 8. Piedra, N., Chicaiza, J., López, J., Tovar, E., Martínez-Bonastre, O.: Open educational practices and resources based on social software, UTPL experience. Proceedings of the 2009 Euro American Conference on, ACM, pp. 497-498 (2009)
 9. Lego-Muñoz, C., Towner, T.: "Opening Facebook: How to Use Facebook in the College Classroom ", Society for Information Technology and Teacher Education conference in Charleston, South Carolina (2009)
 10. Buzzi, M. C., Buzzi, M., Leporini, B., y Akhter, F.: Is Facebook Really "Open" to All?. IEEE International Symposium on Technology and Society (2010)
 11. Brown, A., Caroline, J., Simon, H.: Tailored presentation of dynamic web content for audio browsers. School of Computer Science, University of Manchester, Kilburn Building, Oxford Road, Manchester, UK. (2011)
 12. Lara, T.: Blogs para educar. Usos de los blogs en una pedagogía constructivista. Revista Telos (2005)
 13. Huffaker D.: The educated blogger: Using weblogs to promote literacy in the classroom. AACE Journal, vol. 13, num. 2, pp. 91--98 (2005)
 14. Center for Implementing Technology in Education (CITED): Blogs, Wikis and Text Messaging: What are the Implications for Students with Learning Disabilities. LD Online (2008)
 15. Carreras, O.: Más accesible a pesar de Blogger (2008)
 16. Ramakrishnan, I.V., Jalal, M., Yevgen, B., Muhammad, A., Faisal, A.: Bridging the Web Accessibility Divide. Journal Electronic Notes in Theoretical Computer Science (ENTCS), vol. 235, pp. 107–124 (2009)
 17. Hailpern, J., Guarino, L., Boardman, R. DTorial: An interactive tutorial framework for blind users in a Web 2.0 world. University of Illinois (2009)
 18. Zhu, S., Kuber, R., Tretter, M., O'Modhrain, S.: Identifying the effectiveness of using three different haptic devices for providing non visual access to the web. University of Michigan, USA (2011)
 19. Sirvent-Blasco, J.L., Iáñez E., Úbeda, A., Azorín, J.M.: Visual evoked potential-based brain-machine interface applications to assist disabled people. Biomedical Neuroengineering Group (NBIO), Universidad Miguel Hernández de Elche, Alicante, Spain (2012)
 20. Gruber, T.: A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition, vol 5, num. 2, pp. 199–220 (1993)
 21. Gruber, T.: Towards principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. International Journal of Human-Computer Studies, vol. 5, num. 6, pp. 907 -- 928 (1995)
 22. Seeman, L.: The Semantic Web, Web Accessibility, and Device Independence. Proceedings of the 2004 international cross-disciplinary workshop on Web accessibility (2004).
 23. Kouroupetroglou, C., Salampasis, M., Manitsaris, A.: A Semantic-web based framework for developing applications to improve accessibility in the WWW. Proceeding W4A '06 Proceedings of the 2006 international cross-disciplinary workshop on Web accessibility (W4A), pp. 98--108 (2006)
 24. Votis, K., Lopes, R., Tzovaras, D., Carriço L., Likothanassis, S.: A Semantic Accessibility Assessment Environment for Design and Development for the Web. HCI International 2009 (HCII 2009), San Diego, California, USA, pp. 19-24 (2009)
 25. Harper, S., Yesilada, Y.: Web Authoring for Accessibility (W4FA). J. Web Sem., vol. 5, num. 3, pp. 175-179 (2007)

26. Astorga-Paliza, F.: Ontologías para la accesibilidad a los medios de comunicación. Laboratorio DEI - Universidad Carlos III de Madrid, Seminario Iberoamericano sobre Discapacidad y Accesibilidad en la Red (SIDAR).
27. Plessers P., Casteleyn, S., Yesilada, Y., Troyer, O., Stevens, R., Harper, S., Goble, C.: Accessibility: A Web Engineering Approach. Proceedings of the 14th international conference on World Wide Web, 353-362, ACM Press (2005).
28. Koehnke, M., Ignatova, T., Weicht, M., Bruder, I.: Identifying Semantic Constructs in Web Documents to Improve Web Site Accessibility. Proceeding WISE '08 Proceedings of the 2008 international workshops on Web Information Systems Engineering, pp. 92 – 101 (2008)
29. García, R., Perdrix, F., Gimeno, J., Gil, R., Oliva, M.: Acercando la Web Semántica a los Usuarios. II Jornadas sobre Ontologías y Web Semántica, WebSemántica'07 Zaragoza, Spain, Thomson-Paraninfo (2007)
30. Bechhofer, S., Harper, S., Lunn, D. SADie: semantic annotation for accessibility. Proceedings of the 5th international conference on The Semantic Web, Springer-Verlag, pp. 101-115 (2006)
31. Jun-Ming, S., Shian-Shyong, T., Huan-Yu, L., Chun-Han, C.: A personalized learning content adaptation mechanism to meet diverse user needs in mobile learning environments. User Modeling and User-Adapted Interaction Journal, Springer, pp. 5-49 (2011)
32. Doush, I. A., Pontelli, E.: Integrating Semantic Web and Folksonomies to Improve E-Learning Accessibility. Springer, pp. 376-383 (2010)
33. Resource Description Framework (RDF) (2012). <http://www.w3.org/RDF/>
34. Tauberer, J. rdf:about. Resource Description Framework (2005). <http://www.rdfabout.com/>
35. Lamarca, M.J. Hipertexto: el Nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen. RDF. <http://www.hipertexto.info/documentos/rdf.htm>
36. Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax. W3C Recommendation 10 February 2004. <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/>
37. ISO/IEC 24751-2:2008, Information technology -- Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training -- Part 2: "Access for all" personal needs and preferences for digital delivery. International Standard Organization, Ginebra, Suiza (2008)
38. ISO/IEC 24751-3:2008, Information technology -- Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training -- Part 3: "Access for all" digital resource description. International Standard Organization, Ginebra, Suiza (2008)