

## **ACCESIBILIDAD A LOS CONTENIDOS EDUCATIVOS AUDIOVISUALES: NUEVAS TECNOLOGÍAS CON FORMATOS CONTENEDORES**

(CONTAINER FORMATS AS A NEW TECHNOLOGICAL MEAN FOR IMPROVING ACCESIBILITY IN AUDIOVISUAL LEARNING RESOURCES)

Covadonga Rodrigo San Juan

José Luis Delgado Leal

Teresa Sastre Toral

*Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)*

### **RESUMEN**

Uno de los principales objetivos de la metodología de enseñanza a distancia es precisamente posibilitar el acceso a estudios a personas que por sus circunstancias personales no habrían podido conseguirlos, como son las personas que tienen dificultades especiales para acceder a la enseñanza presencial. En el caso concreto del uso de medios educativos a través de Internet es evidente que la presentación de la información on-line ofrece muchas ventajas frente al papel. Es evidente que la innovación en el uso de la gestión de contenidos educativos y los formatos de especificación, logrando el mayor nivel de accesibilidad de los mismos, es uno de los aspectos más importantes para el desarrollo de la enseñanza a distancia en el momento actual. Este artículo muestra los avances que se pueden lograr con el uso de formatos contenedores para los recursos multimedia accesibles, lo cual redundará en una mejora de los actuales procesos de producción, distribución y mantenimiento de los contenidos y escenarios educativos, así como amortizar el esfuerzo realizado asegurando la mayor reutilización e interoperabilidad de los mismos.

**Palabras clave:** recursos multimedia accesibles, formatos contenedores, códec de video y audio, subtítulo, streaming en internet.

### **ABSTRACT**

One of the main objectives of distance learning methodology is just providing access to studies to people who are not able to get access to face-to-face course delivery, such as people with disabilities. The use of educational media through the Internet offers clearly many advantages over traditional text based materials. For example, people with visual impairments can increase the font size on the screen, easily improve the contrast of the image, change colors, etc. Therefore, computers allow people with

disabilities to perform activities that would have been much more difficult with traditional technology and enables them to access services previously closed to them. Therefore innovation in the management of accessible educational content and new formats or specifications achieving the highest level of accessibility is nowadays one of the most important aspects for the development of distance learning. This article demonstrates the progress that can be achieved using container formats for multimedia resources, resulting in an improvement of existing production processes, distribution, and maintenance ensuring their reusability and interoperability.

**Keywords:** accessible multimedia learning resources, multimedia container format, codecs for video and audio, subtitling, video and audio streaming.

El acceso a la tecnología de los sistemas de información es vital para las personas con discapacidad. Cada discapacidad está condicionada por diversos factores personales y sociales: grado de deficiencia, nivel cultural, formación académica, situación económica, relaciones personales y laborales, ambiente familiar, hábitos de vida, actitudes, actividades de ocio, deportivas, culturales, etc., y todos estos factores, en su conjunto, afectan a la persona y a su forma de actuar. Por ello, el modelo de tratamiento más adecuado en la actualidad sobre la discapacidad es precisamente el modelo social, basado en el supuesto fundamental de que las causas que originan la discapacidad no son individuales (como enfatizaría un modelo rehabilitador), sino preponderantemente sociales. De esta forma, se considera que no sólo son las limitaciones personales individuales las raíces del problema, sino más bien las limitaciones que tiene la sociedad para prestar los servicios apropiados y para asegurar adecuadamente que las necesidades de las personas con discapacidad sean tenidas en cuenta dentro de la organización social.

En este contexto, es un hecho probado que las nuevas tecnologías y, en particular, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) aportan dimensiones hasta ahora inalcanzables al colectivo de discapacitados. En general, suplen la gran mayoría de sus carencias y potencian sus capacidades, lo que les dota de mayor autonomía e independencia. Así, consiguen romper su aislamiento y falta de comunicación, favoreciendo su integración familiar y social, redundando todo ello en una mejora de su estado anímico y autoafirmación personal, e incrementando en definitiva, su calidad de vida.

El campo de las Tecnologías de la Rehabilitación constituye un sector tecnológico multidisciplinar orientado a la búsqueda de soluciones en el campo de la accesibilidad integral. Es un sector que busca soluciones técnicas para el

conjunto de la población y especialmente para aquellas personas que, por una o varias limitaciones funcionales, ven reducidas sus posibilidades de participación en la vida social y económica. Este sector propone dos estrategias diferentes de intervención que, a su vez, son complementarias:

- el desarrollo de ayudas técnicas, dispositivos y sistemas diseñados específicamente para personas con discapacidad o personas mayores.
- la mejora de la accesibilidad en el diseño del entorno de uso general y de los productos y servicios de consumo general.

Estas ideas se enmarcan dentro de la segunda estrategia, en la que el término Diseño Para Todos (Design for All - Universal Design) hace alusión a una filosofía que promueve que los productos y los servicios deben estar diseñados para todos los usuarios (Asís, 2007). Esto supone ir más allá del diseño tradicional, en el que el producto se basaba en la media del sector de población al que iba destinado, y prever ahora las necesidades concretas que pueda tener cada persona.

## **LA ATENCIÓN A LOS ALUMNOS CON DISCAPACIDAD DESDE LA ENSEÑANZA A DISTANCIA**

La universidad a distancia surgió hace más de treinta y siete años con el principal objetivo de posibilitar el acceso a estudios superiores a personas que por sus circunstancias personales, lugar de residencia o trabajo, no habrían podido conseguirlos. Por este motivo se escogió una metodología de enseñanza mixta a distancia (blended learning), con centros de apoyo desplegados por todo el territorio nacional. Hoy en día se combinan metodologías presenciales con otras metodologías que incluyen el uso de plataformas educativas de eLearning a través de internet (con materiales en formato electrónico, foros, chats, etc.) y el acceso off-line a todo tipo de recursos educativos (guías didácticas, CD ROMs y DVD multimedia, etc) (García-Aretio, 2007).

Por lo tanto, la metodología semi-presencial está especialmente diseñada para aquellas personas que:

- Necesitan o desean libertad para decidir sus horarios de estudio.
- Necesitan compatibilizar el estudio con su trabajo y sus responsabilidades personales.

- Necesitan tener una segunda oportunidad para acceder a una formación universitaria.
- Viven lejos de un centro universitario.
- Desean actualizar su formación cultural y/o profesional.
- Quieren simultanear sus estudios.
- Tienen dificultades especiales para acceder a la enseñanza presencial.

Pero la realidad muestra que sólo el 2% de los estudiantes españoles que tienen alguna discapacidad accede a la universidad. La UNED, que siempre ha tenido como principal objetivo garantizar la igualdad de oportunidad para todos sus estudiantes, tiene matriculados el 45% de los alumnos con discapacidad que realizan estudios superiores en España. Por ello, es en este momento la universidad española que cuenta con más alumnos matriculados con discapacidad, superando la cifra de 4.200 en el curso actual.

Uno de los principales objetivos de la metodología de enseñanza a distancia es, precisamente, posibilitar el acceso a estudios a personas que, por sus circunstancias personales, no podrían conseguirlo de otro modo, como por ejemplo aquellas personas que tienen dificultades especiales para acceder a la enseñanza presencial. En el caso concreto del uso de medios educativos a través de internet (plataformas eLearning, repositorios de recursos educativos, etc.), es evidente que la obtención y manejo de información en formato digital (on-line) ofrece muchas ventajas frente al formato tradicional en papel. Así, por ejemplo, las personas con dificultades visuales pueden conseguir, de manera fácil e inmediata, el aumento del tamaño de la letra en pantalla, o la mejora del contraste del texto modificando de manera simple los colores de las fuentes y del fondo. Por lo tanto, el uso de ordenadores (o lo que es lo mismo, el tratamiento digital de la información) permite a los discapacitados realizar actividades que, en otras circunstancias, habrían resultado impensables o notablemente mucho más arduas, posibilitándoles así el acceso a toda una serie de servicios que con anterioridad les estaban vedados.

Quizás, también debido a su propia idiosincrasia como la única universidad a distancia de carácter público y con un alumnado trabajador en su mayoría y geográficamente muy disperso, la UNED se ha visto forzada siempre en ser pionera en el uso de sistemas audiovisuales y multimedia (García-Aretio et al, 2007). De esta forma, en 1974 se comenzó la producción de cursos de radio, que se siguen emitiendo en la actualidad a través de RNE Radio 3; y, en 1995, se inició la emisión de programas en La 2 TVE. En ese mismo año, la UNED entró también en internet con su primer portal web propio.

Además de lo expuesto hasta ahora y refiriéndonos al marco universitario, el Espacio Europeo de Educación Superior ha venido a proponer un cambio sustancial en la forma de impartir la docencia universitaria (Sánchez et al, 2006), hecho que afecta también a la renovación de la producción de los recursos educativos. Es evidente que la innovación en el uso y gestión de contenidos educativos y los formatos de especificación de los mismos está logrando un mayor nivel de accesibilidad de los mismos, siendo este punto uno de los aspectos más importantes en lo que a desarrollo actual de la enseñanza a distancia se refiere.

Por lo tanto, este artículo muestra los avances que se pueden lograr en este ámbito con el objetivo, renovando el marco tecnológico con el uso de formatos contenedores para los recursos multimedia, lo cual redundará en una mejora de los actuales procesos de producción, distribución, y mantenimiento de los contenidos y escenarios educativos (Pascual et al, 2005) así como amortizar el esfuerzo realizado asegurando la mayor reutilización e interoperabilidad (Cacheiro et al, 2007) de los mismos. La accesibilidad se presenta lógicamente como un valor añadido que redundará en beneficio de todos a través de la aplicación de las pautas del Diseño para Todos y el Diseño Centrado en el Usuario.

El hecho de aplicar las técnicas del diseño para todos en la disposición, organización y distribución de contenidos a través de internet, hace que el beneficio sea global, puesto que la calidad de contenidos y servicios se uniformiza para el conjunto de los usuarios. De esta forma, además, se garantizan los mismos estándares de calidad para todos los estudiantes, incluidas las particularidades exigidas por los alumnos con discapacidad. El hecho de incrementar el nivel de accesibilidad a dichos recursos educativos redundará en una mejora del servicio global y de la calidad de la atención que reciben todos los estudiantes.

## **IMPACTO DE LOS CONTENIDOS AUDIOVISUALES ACCESIBLES EN LA UNIVERSIDAD A DISTANCIA**

Al evidente aumento del uso de las tecnologías de la información, como internet; se une la introducción rápida de nuevos elementos, como son los contenidos audiovisuales. En un principio, los contenidos en la Web eran, en su mayoría, textuales, a los que se fueron incorporando imágenes y poco a poco una gran cantidad de contenidos multimedia. Es poco frecuente, hoy en día, encontrar sitios en internet que no integren audio, vídeo, presentaciones animadas, etc. En este sentido, un factor impulsor ha sido precisamente la beneficiosa aplicación de

este tipo de contenidos en el ámbito de la educación para favorecer el aprendizaje activo o la tendencia hacia la denominada Web 2.0, donde la mayoría de lugares se basan en colecciones de recursos visuales y audiovisuales compartidos (como Flickr o Youtube).

Pero la introducción de contenidos audiovisuales en las páginas web (y por similitud en las plataformas de eLearning) añade una nueva dificultad a los requerimientos de accesibilidad, ya que se incluyen nuevos elementos que amplían la brecha digital, y no sólo para las personas con discapacidad. Cada día es más frecuente no poder acceder a un vídeo, por no tener el programa o el códec determinado para interpretar cada nuevo formato.

En el contexto académico, los materiales audiovisuales en web se han convertido en herramientas de apoyo, complemento para ofrecer contenidos dentro del sistema de enseñanza a distancia (Cacheiro et al, 2006). Los profesores incluyen cada vez más material de este tipo en sus clases (multimedia, videos, audio, presentaciones, etc.) y se utiliza el medio Internet bien como complemento (apuntes, notas, mail, etc.), o como medio de publicación de contenidos; parte, a través del medio presencial, y, parte, a través de internet (Canabal Barreiro et al, 2007).

Por ello, es vital trabajar en la mejora directa de los recursos didácticos incluidos en los cursos virtuales que se muestran a través de las plataformas en Internet, ya que operan de la misma forma que las páginas web (Read et al, 2003). Será necesario poner especial énfasis en su adaptación y en conseguir la mejora de su utilización por parte del colectivo de alumnos con discapacidad. Los formatos multimedia basados en contenidos audiovisuales creativos con una alta calidad técnica de imágenes y sonidos y, por otro lado, los servicios interactivos que posibilitan la participación y comunicación de sus audiencias facilitan la accesibilidad para las personas con capacidades físicas reducidas y los convierte en usuarios activos del aprendizaje.

Los elementos principales (según su nivel de interactividad) de los objetivos a conseguir para cada módulo de conocimiento son los siguientes (ver Tabla 1) (Rodrigo et al, 2009):

- La incorporación de vídeo-orientaciones y radio-orientaciones en todos los módulos.

- La incorporación de vídeos con orientaciones temáticas mediante grabaciones de video o videoconferencias interactivas (Read et al, 2009).
- La elaboración de elementos multimedia (tipo Flash multimedia interactivos) que muestren y/o expliquen partes específicas del temario, para facilitar su comprensión con audio y subtítulo.

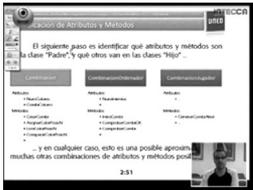
Módulo	Tipología	Recurso Educativo
Presentación	Video-presentación de los contenidos de la asignatura	
	Radio orientaciones generales de la asignatura	 ORIENTACIONES.mp3
Módulo de contenidos	Animación Flash donde se muestran las diferentes partes hardware de un ordenador	
Práctica obligatoria	Grabación de una videoclase interactiva a través de videoconferencia (indicaciones del tutor)	

Tabla 1. Ejemplos de recursos educativos multimedia utilizados en una asignatura de la UNED

Pero a la hora de utilizar internet, como medio de comunicación para publicar contenidos multimedia accesibles de formato audiovisual, es necesario tener en cuenta diversos aspectos:

- Tecnológicos: como, por ejemplo, los agentes de usuario que deben posibilitar el acceso a la información, la tecnología para desarrollar y editar los recursos (aplicaciones software accesibles), herramientas de autor que faciliten la producción de materiales accesibles o la adaptación de los ya producidos.
- Ayudas técnicas o tecnología de la rehabilitación: es otro elemento a tener en cuenta. Cuando un usuario accede a un recurso disponible en internet puede acceder directamente o tener que utilizar algún dispositivo (hardware o software) específico: lector de pantalla, ratón especializado, teclado virtual, lupa, etc.
- Metodologías inclusivas y estándares educativos existentes: en este sentido se pueden mencionar los lenguajes de marcado XML (Weixin, 2003), la utilización de metadatos que proporcionen la adaptabilidad de contenidos según perfiles de usuario (Delgado et al, 2010b), especificaciones formales para la integración multimedia sincronizada, etc.

Y para conseguir el nivel de accesibilidad mínimo requerido en los recursos educativos multimedia se tienen en cuenta tres grandes aspectos:

- Hacer el contenido accesible en sí mismo: en este sentido, se añaden locuciones, contenidos alternativos en la forma de subtítulos, audiodescripción,... siempre procurando también satisfacer aspectos básicos de usabilidad gráfica y visual, y respetando tipos y tamaños de letra más accesibles, niveles óptimos de contraste, etc.
- Posibilitar y asegurar el acceso al contenido: los recursos son accesibles desde las plataformas de eLearning en internet y los basados en vídeo incluso se pueden descargar a través de streaming.
- Interacción intuitiva en el acceso a usuario: los recursos educativos se disponen organizados en colecciones afines en páginas web ad-hoc (Delgado et al 2009), con información acerca del nivel de interactividad, tipo y duración del contenido, etc.



Figura 1. Recursos multimedia de la UNED subtítulos en castellano

Por lo tanto, el objetivo debe ser siempre el de elaborar nuevos recursos educativos con alto componente audiovisual y, por otro, adaptar otro conjunto de contenidos ya existentes en la UNED (figura 1) según las características de acceso, contexto de uso y tipo de aprendizaje. En este sentido, todos los recursos que integren vídeo y que sean de nueva creación deberán ser construidos teniendo en cuenta aspectos básicos de accesibilidad visual/auditiva, lo que incluye:

- Procurar que los colores de los objetos contrasten bien con el color de fondo de la pantalla (Tercedor et al, 2006).
- Utilizar textos simples y explicativos, con tamaños de letra grandes y tipos legibles.
- Algunos objetos aumentan su tamaño al pasar el puntero del ratón por encima de ellos.
- Respecto de las video-orientaciones grabadas con herramientas de videoconferencia interactiva, la adaptación consistirá en un proceso de transcripción seguido de subtítulo.

En cuanto a la adaptabilidad básica que deberá ser realizada en los contenidos ya existentes, el trabajo se centra en los siguientes aspectos:

- Dependiendo del tipo de recurso, en los recursos multimedia interactivos habrá que asociar locuciones a los objetos que aparecen y que se escucharán al recibir el foco mediante teclado o ratón.

- Igualmente, será necesario incorporar audio-descripciones, por ejemplo, en los recursos multimedia interactivos que describen un proceso/procedimiento o elementos tipo capturas de movimientos en pantalla, que muestran al alumno la secuenciación de pasos necesarios para completar una cierta actividad.
- Definir un camino específico de navegación (dentro de los recursos multimedia interactivos) generando el código necesario para implementar este manejo exclusivamente con el uso del teclado.
- Utilizar herramientas afines como los Paneles de Accesibilidad, etc. para definir propiedades sobre los distintos objetos, como el nombre o la descripción, que utilizarán los lectores de pantalla, así como especificar el orden de tabulación de la pantalla.

### **USO DE LAS AUDIO-DESCRIPCIONES Y SUBTITULADOS COMO MEJORA A LA ACCESIBILIDAD EN LOS RECURSOS MULTIMEDIA**

A pesar de los crecientes esfuerzos por aumentar la accesibilidad para las personas con discapacidad, aún existen muchos contenidos audiovisuales que no están subtítulados ni audiodescritos.

Uno de los objetivos principales son las audio-descripciones, no sólo como producto de interés para los discapacitados visuales (aunque sean los principales destinatarios), sino para el público en general. Además de ser un producto de entretenimiento general, estas adaptaciones pueden servir de gran ayuda a otros colectivos, como las personas con necesidades cognitivas o de comprensión más específicas, personas de la tercera edad, niños, etc. En cuanto a las posibilidades de audición de estos elementos de audio-descripción en cualquier entorno, la preferencia común en cualquier persona es escucharla a través de un dispositivo MP3, radio o CD. Asimismo, se valora muy positivamente la posibilidad de poder escuchar audio-descripciones mientras se viaja, en el coche o en las salas de espera (Hidalgo, 2006).

Otro objetivo es lógicamente la introducción del subtítulado dentro de los recursos multimedia (Paniagua, 2008). En este aspecto, existen dos tipos de subtítulos:

- Subtítulos abiertos (“open captions”) son aquellos que van incluidos en el vídeo y se visualizan sincronizados con la imagen todo el tiempo.

- Subtítulos cerrados (“closed captions”) que necesitan ser decodificados y pueden ser mostrados o no en función de las necesidades de los usuarios.

La inclusión de subtítulos cerrados dentro de los contenidos audiovisuales de la web requiere utilizar formatos determinados que sean interpretados por el programa visualizador. En la actualidad, YouTube y Google Video dan soporte a varios formatos de subtítulos cerrados en los contenidos que publican.

Dentro de los distintos tipos de formatos, queremos destacar el SSA/ASS (Substation Alpha) ya que es uno de los formatos de subtítulos más avanzado.

Tiene dos ventajas principales por sobre los demás formatos de subtítulos:

- La primera es que el SSA es un archivo de texto (con extensión propia), por lo que no es necesario instalar ningún programa especial para editarlo: se puede abrir con editores de texto como el bloc de notas, hacer la edición necesaria y guardar con la extensión \*.ssa. Existe asimismo la posibilidad de ejercer búsquedas semánticas sobre estos ficheros con la consiguiente ventaja en su potencial uso dentro de la denominada Web 2.0 o Web Semántica.
- La segunda ventaja es que el formato fue desarrollado de tal forma que se puedan agregar comandos en un futuro sin perder compatibilidad con las versiones antiguas (las versiones antiguas “ignoran” los nuevos comandos).

Estas ventajas han logrado que rápidamente el formato SSA de subtitulado tenga una amplia popularidad entre los expertos. Pero otro formato bastante utilizado por su sencillez es el SRT, también se puede editar con el bloc de notas, y consta de sólo cuatro partes: el número que indica la secuencia, el tiempo en que el subtítulo aparece en pantalla y cuando desaparece, el subtítulo en sí mismo y una línea en blanco indicando el empeece del nuevo subtítulo.

Para posibilitar la inclusión de este tipo de mejoras de accesibilidad en los recursos educativos se han encontrado los formatos contenedores cuya definición se muestra en el siguiente epígrafe.

## **FORMATOS CONTENEDORES MULTIMEDIA**

Un contenedor multimedia es un tipo de formato de archivo abierto que almacena información de vídeo y audio, incluyendo información accesoria como

subtítulos, capítulos, metadatos e incluso información de sincronización siguiendo una especificación determinada. Las pistas de vídeo y audio suelen ir comprimidas y se descomprimen en tiempo de reproducción a través de los distintos códecs utilizados dentro de cada contenedor. Por lo tanto, en el momento de crear un contenedor, hay que producir en primer lugar la codificación de las pistas, las cuales son posteriormente “unidas” de forma multiplexada siguiendo un patrón típico de cada formato.

Al reproducir un archivo se activa, en primer lugar, un divisor (splitter) especializado, el cual conoce el patrón del contenedor y “separa” las pistas de audio y vídeo multiplexadas. Una vez separadas, cada pista es interpretada adecuadamente por el decodificador y reproducida. Por tanto, no sólo es necesario conocer el formato del contenedor para poder separar las pistas, sino que también es necesario poder decodificarlas y para ello es imprescindible que el reproductor cuente con los decodificadores necesarios para reproducir distintos formatos de audio y vídeo, ya que de lo contrario la información no puede ser interpretada de forma correcta. Por último, en aquellos contenedores, en los que exista más de una pista, deberá ser el propio usuario el que seleccione la pista concreta que quiere reproducir.

Actualmente, y como se mostrará en el siguiente apartado, formatos contenedores hay muchos y con características propias bien definidas. Igual que un archivo ZIP (compresión) puede contener cualquier tipo de fichero en su interior, los formatos contenedores de vídeo, en principio, sólo definen cómo almacenar “cosas” dentro de ellos. Un fichero contenedor está compuesto habitualmente de múltiples pistas: una de vídeo (sin sonido), una o más de sonido (sin vídeo), una o más de subtítulos, y así sucesivamente. Normalmente estas pistas están relacionadas, ya que tienen que reproducirse de forma sincronizada. Por ello, las pistas de sonido contienen marcadores (etiquetas) para ayudar a sincronizarse con el vídeo que le corresponde, así como las pistas de subtítulos contienen las marcas de tiempo (generalmente expresadas en referencias de segundos desde el inicio del objeto) en las que mostrar cada frase.

Además, cada pista individual puede contener metadatos (Delgado et al, 2010a) que serán apropiados a cada tipo de archivo: la proporción visual en una pista de vídeo, el idioma de una pista de sonido o de subtítulos, etc. Pero los propios archivos contenedores también pueden tener sus propios metadatos (el título del vídeo, imágenes de la cubierta, números de episodio, etc.) lo cual los hace ser muy útiles para ejercer búsquedas semánticas sobre dicho contenido y así poder refinar su recuperación cuando se encuentran almacenados en grandes bases de datos (Nack et al, 2004).

Para terminar este epígrafe, cabe destacar la diferencia entre dos conceptos: el códec y el contenedor. Como se ha explicado anteriormente, un contenedor actúa, de manera general, como un “recipiente” en el que se permite almacenar diferentes tipos de información (audio, vídeo, metadatos, información relacionada con el subtítulo, etc.). Este concepto no tiene nada que ver con el de códec, que simplemente refleja el método (algoritmo) empleado para comprimir las señales, por ejemplo, de audio y vídeo, y que con posterioridad se almacenarán en un contenedor. Esto explica que muchas veces se use de manera errónea el término “está codificado en AVI”, cuando lo que se quiere decir en verdad es que “el archivo codificado está contenido en un formato AVI”.

### **CARACTERÍSTICA DE LOS CONTENEDORES MÁS POPULARES**

Existe gran cantidad de formatos contenedores, tanto de audio como de vídeo. De hecho, en los últimos años, se han realizado muy populares formatos como Flash, OGG o Matroska que permiten contener igualmente archivos sonoros como archivos de vídeo. Una vez introducido el concepto de contenedor se comentan las características de los contenedores y se mencionan las principales diferencias entre ellos, de forma que se pueda evaluar su idoneidad a la hora de crear recursos educativos multimedia accesibles:

- **MPEG-4:** este formato se asocia habitualmente con archivos con extensión \*.mp4. En verdad, la norma que define el contenedor es la norma MPEG-4 - Parte 14 (aunque por simplicidad, generalmente se le nombra simplemente como MPEG-4) (Smith, 2005). Este archivo contenedor se utiliza ampliamente para distribuir vídeo y audio que cumplan el estándar MPEG-4 (por ejemplo H.264 AVC para vídeo o AAC para audio), pero también puede almacenar otro tipo de datos como subtítulos, información de capítulos e imágenes fijas. Permite asimismo realizar streaming a través de la red. La extensión asociada a los archivos que cumplen este estándar, como se comentaba arriba, es \*.mp4, pero lo cierto es que es bastante habitual encontrar archivos de audio que lleven la extensión \*.m4a, que es la extensión adoptada por Apple para la distribución de música en iTunes y su reproductor iPod. La gran mayoría de estos archivos de audio están comprimidos con el formato AAC (Advanced Audio Coding), aunque el contenedor MPEG-4 también admite compresión en MP3. También se pueden encontrar archivos de vídeo con las extensiones \*.m4v o \*.mp4v. En las pruebas realizadas con subtítulos, algunos reproductores los mostraban y otros no, además de la necesidad añadida de incrementar los códecs al reproductor para que funcione.

- **Advanced Systems Format** (anteriormente conocido como Advanced Streaming Format): diseñado por Microsoft, este contenedor permite incluir tanto audio como vídeo digital, sin especificar cómo debe ser codificado el audio o vídeo. Así, los archivos que trabajan con este contenedor pueden usar casi cualquier códec disponible, tanto para el audio como para el vídeo, si bien es cierto que Microsoft suele emplear como códec de vídeo MPEG-4. Las extensiones típicas que se emplean con el contenedor ASF son \*.wma (Windows Media Audio, archivos que contienen exclusivamente audio) o \*.wmv (Windows Media Video, archivos que contienen vídeo y adicionalmente audio).
- **Flash Video:** es un formato contenedor desarrollado por Adobe y que habitualmente se representa mediante las extensiones \*.flv o \*.f4v. Este formato contenedor sólo incluye vídeo basado en píxeles (rasterizados), no admitiendo gráficos vectoriales y no permitiendo la interactividad. Hay varios códecs que se emplean a la hora de codificar el audio y vídeo contenido en un archivo Flash Video. Así, típicamente, los archivos con extensión \*.flv suelen codificar el audio en formato MP3 y el vídeo con el códec Sorenson Spark o On2 VP6. Los archivos F4V, por contra, normalmente contienen datos de vídeo codificados mediante un códec de vídeo H.264 (MPEG-4 Parte 10) y el AAC (Advanced Audio Coding) para audio.
- **Matroska:** es un formato de contenedor estándar de código abierto que permite contener un conjunto ilimitado de vídeo, audio, imagen o pistas de subtítulos en un único archivo. Se creó con la intención de ser un formato universal de almacenamiento de contenidos multimedia comunes, pero siendo totalmente abierto (de hecho, la mayoría de las implementaciones existentes están realizadas en base a software de código abierto). Generalmente el formato Matroska se asocia con la extensión \*.mkv, que contiene vídeo (con subtítulos y audio), pero también se emplean las extensiones \*.mka para archivos que sólo contienen audio, y \*.mks para los que contienen exclusivamente subtítulos.
- **Ogg:** al igual que ocurría con el formato anterior, Matroska, Ogg es un formato de contenedor estándar abierto. Ogg puede contener datos comprimidos (o sin comprimir), permitiendo la interpolación de los datos de audio y vídeo dentro de un único formato. Respecto a los códecs que utiliza, en un principio trabajó con Vorbis (códec de audio) aunque ya se han añadido otros códecs compatibles con el contenedor como son: Theora (video), FLAC (audio), Speed (audio). Además de encapsulación y de intercalar varias secuencias de datos, Ogg proporciona elaboración de tramas de paquetes y detección de errores. Ogg es un contenedor

orientado al streaming, lo que significa que se puede escribir y leer en una sola pasada, por lo que es adecuado para su uso en streaming por internet. Esta orientación hacia las descargas en tiempo real es la mayor diferencia en su diseño sobre otros formatos contenedores basados-en-archivo. Los archivos terminados en la extensión \*.ogg pueden contener tanto audio como vídeo, aunque existe la recomendación de renombrarlos con la extensión \*.oga para audio y \*.ogv para vídeo.

- **Audio Video Interleave:** habitualmente conocido como AVI, es un formato contenedor de audio y vídeo que es propiedad de Microsoft y que fue lanzado en 1992 dentro de la tecnología Video for Windows. Permite almacenar simultáneamente un flujo de datos de vídeo con uno o varios flujos de audio. No se establece en la norma el formato concreto de los flujos de datos, porque para su reproducción/interpretación se emplean programas externos (códecs) que permiten la descompresión correspondiente. Entre los códecs mayoritariamente empleados están DivX y X-Vid. Sin embargo este entorno no soporta ya muchas de las nuevas características que ofrecen los formatos de compresión de audio y vídeo hoy en día, como las codificaciones VBR (Variable Bitrate audio) y VFR (Variable Framerate video). Por tanto, aunque AVI fue extendido en su momento con otro estándar adicional llamado 'Open DML AVI' todavía se mantienen muchas de sus limitaciones como puede ser el tamaño máximo para ficheros de 2 GB. No soporta tampoco el uso de metadatos de vídeo (tiene incluso problemas de compatibilidad con numerosos códecs existentes actualmente en el mercado). En la actualidad resulta un formato muy pesado aunque el resultado sea de muy buena calidad y no admite la inclusión de subtítulos. Generalmente los archivos de este contenedor están representados por la extensión \*.avi.

Con las definiciones que se han dado de los diferentes contenedores puede parecer inicialmente que todos los contenedores mostrados arriba cumplen con la misma función y sirven para "más o menos" lo mismo. En origen, esto es cierto. Lo que ya no es cierto es que cumplan su función del mismo modo. Así, el hecho de que unos formatos admitan unos algoritmos de compresión u otros define, por un lado, el tamaño del archivo resultante, y por otro, de manera colateral (en función de las posibles pérdidas que tenga el algoritmo de codificación), la calidad del vídeo y/o audio resultante.

En la actualidad, el formato probablemente más extendido es AVI de Microsoft. El hecho de que el sistema operativo Windows sea el más extendido dentro del sector de los ordenadores personales ha incidido que se genere esta situación. Si

bien son numerosas las carencias que presenta este contenedor, desde el punto de vista técnico y que hicieron que en su momento se pensase en una “muerte” no muy lejana en el tiempo del mismo, no es menos cierto que casi veinte años después de su definición el formato de contenedor siga siendo muy popular. Pero en los últimos años se está viendo una tendencia cambiante. Así, el hecho de que en 2009 apareciera DivX 7, versión que permitía el uso de Matroska como contenedor, ha permitido que en el mercado empiecen a aparecer diferentes productos (software y hardware) que empiezan a usar de manera intensiva el nuevo formato contenedor. De hecho, a partir de la aparición de DivX 7, todo nuevo reproductor multimedia que se precie incluye ya soporte para Matroska.

Respecto al tema de la codificación que se emplea, tradicionalmente formatos de contenedores determinados han ido asociados con formatos de codificación concretos. Así, los binomios MPEG-4 – Parte 14 / MPEG-4 – Parte 10 o AVI / DivX o X-Vid han sido, hasta hace poco tiempo, los formatos mayormente empleados y a gran distancia de los restantes. La aparición de formatos contenedores como Matroska presentan una gran ventaja: no existe limitación (inicialmente) entre el formato contenedor y el sistema de codificación. Así, la aparición futura de nuevos formatos de compresión con mejor calidad y mayor relación de ahorro de espacio permite ser adoptada por el contenedor “libre” frente a las otras opciones rígidas en las que no es posible romper la relación contenedor / códec empleado. Actualmente, Matroska, por ejemplo, es capaz de albergar de forma nativa todos los formatos en un Blu-ray, a pesar de que utiliza códecs que no existían ni siquiera cuando nació el formato Matroska.

Otro tema importante es la información adicional admitida en el contenedor. La posibilidad de albergar subtítulos, por ejemplo, representa una ventaja importante con los presentes contenedores respecto a los anteriores. En el caso de AVI, se admiten estos de forma muy parca (es típico disponer de un doble archivo para poder ver un vídeo subtítulado: el correspondiente \*.avi, con el audio y vídeo, y el \*.srt conteniendo el subtítulado junto con la información de sincronización) y no son reconocidos por muchos reproductores. En este grupo de información adicional también se puede incluir la búsqueda mejorada (seeking, que evita que al cambiar de posición el video se desincronice o se congele), la reducción de la tolerancia a errores, menor overhead (peso añadido al archivo) y, por ejemplo, en un futuro, está prevista la implementación de otras funcionalidades como los menús.

Y por último, es importante hacer referencia a la capacidad de streaming del contenedor y su uso para la transmisión de contenido multimedia bajo demanda a

través de internet. Matroska es un formato que, al igual que Flash Video, permite vídeo en tiempo real mientras es descargado a través de internet. Esto tiene una gran importancia dado el estado actual de internet, donde estas aplicaciones ganan poco a poco terreno entre los usuarios. La principal ventaja que aporta Matroska en este caso es, como se comentó con anterioridad, la posibilidad de usar diferentes codificaciones que reduzcan el tamaño de la información a ser transmitida y, con ello, se reduzca también el ancho de banda necesario para una correcta visualización del vídeo y/o audio.

Si se tuviera que elegir un contenedor por su gran calidad en streaming, posiblemente Ogg debería ser el formato escogido. Pero, debido a que este contenedor, se utilizaba en un principio sólo para audio, Matroska es en este momento, un contenedor más adecuado para cumplir los requisitos de accesibilidad por su alta aceptación de distintos formatos de vídeo y audio. Además, desde el ámbito de la accesibilidad es importante resaltar el alto grado de usabilidad de la herramienta de multiplexado asociada - denominada mkvMergue GUI - interfaz que resalta por lo fácil e intuitiva que es, lo cual permite crear recursos de aprendizaje de una forma muy sencilla a cualquier persona, sin requerir destrezas profesionales en el montaje de videos educativos.

## **CONTENEDOR MULTIMEDIA MATROSKA**

La comparativa presentada en el epígrafe anterior demuestra que el formato contenedor multimedia Matroska es, probablemente, uno de los más apropiados para la realización de recursos educativos multimedia con un alto grado de accesibilidad.

Como se ha mencionado, Matroska es un contenedor de archivo informático estándar de código abierto, semejante a un archivo informático que puede contener un número ilimitado de vídeo, audio, imagen o pistas de subtítulos dentro del mismo archivo. En origen, la denominación Matroska está inspirada en la muñeca rusa del mismo nombre porque alberga en su interior más muñecas de menor tamaño. Su intención es la de servir como un formato universal para el almacenamiento de contenidos multimedia utilizados comúnmente, incluso películas o programas de televisión. Como ya se ha comentado, la extensión \*.MKV se utiliza para vídeo (con subtítulos y audio) , \*.MKA para archivos de audio y, por último, \*.MKS sólo para subtítulos.

Una ventaja de Matroska, que es importante resaltar, es que su formato es totalmente abierto como lo son la mayoría de sus implementaciones, que también

son OpenSource. Como indicativo de que este contenedor se va abriendo espacio en el mercado audiovisual, la propia compañía Divx anunció, en enero del 2009, ofrecer su apoyo al formato Matroska para su nuevo producto multimedia Divx 7. Por lo tanto, este formato ha sido diseñado pensando en una futura ampliación (a diferencia de la estrategia seguida por AVI) y por ello los desarrolladores se han basado en el uso de lenguajes de marcado, como EBML (Extensible Binary Meta Language) - extensión binaria simplificada de XML- con el propósito de almacenar y manipular datos de forma jerárquica con campos de longitud variable. El uso de este lenguaje les aporta una serie de ventajas, incluyendo la posibilidad de ampliar el propio formato, que puede durar varias décadas ya que se podrá ir adecuando a las novedades que vayan apareciendo.

De esta forma, se ha desarrollado un sistema de menús similares a los del DVD basado en EBML, un conjunto de herramientas para la creación y edición de este tipo de archivos contenedores, se han puesto en marcha una serie de filtros DirectShow para la reproducción y creación de ficheros Matroska en el sistema operativo Windows, etc.

A continuación se resumen las capacidades del contenedor Matroska que son muy interesantes para su uso, como se podrá comprobar posteriormente, en el desarrollo de formatos accesibles:

- Dispone de una o varias pistas de vídeo, alternativas, o programadas para reproducir una después de otra (permite unir vídeos sin perder calidad).
- Puede almacenar una o varias pistas de audio alternativas.
- Existe la posibilidad de tener Audio y Video en VBR (BitRate Variable).
- Existe la posibilidad de insertar varios subtítulos, incluyendo formatos SSA/ASS (Substation Alpha) con funciones avanzadas.
- Se pueden guardar varios capítulos en un mismo fichero.
- Existe la posibilidad de insertar menús.
- El streaming se realiza en tiempo real mientras se descarga a través de internet.
- La búsqueda está mejorada, respecto a otros formatos, ya que al cambiar de posición el vídeo no se desincroniza ni congela.
- Posee mejor tolerancia a errores respecto a AVI.
- Los archivos son más ligeros.
- Existe la facilidad para añadir extensiones futuras gracias al uso del lenguaje EBML.
- Existe la posibilidad de añadir archivos de cualquier tipo.

- Existe la posibilidad de empotrar una imagen en el contenedor como muestra del contenido.
- Tiene soporte para etiquetas.

## **FORMATO CONTENEDOR MATROSKA**

El formato contenedor Matroska, como se ha comentado, es uno de los más versátiles debido a que la mayoría de los reproductores permiten el uso de dicho formato. De hecho, y dada la aceptación que va teniendo en el mercado, cabe la posibilidad de que pronto se convierta en un estándar.

A continuación se presenta un ejemplo utilizando un recurso educativo multimedia, un vídeo en el que se tratan de los problemas y las posibles soluciones a los efectos del cambio climático. Con este vídeo, del que se cuenta además con su audio, tanto en castellano como en inglés, y con sus subtítulos (castellano, inglés y francés), se muestra la posibilidad de compartir recursos educativos audiovisuales que incluyan el mayor nivel de accesibilidad, en un formato que se pueda reproducir de forma correcta, sin tener que añadir nuevos códecs o que sólo se visualice parte de su contenido, como sería por ejemplo, ver sólo el vídeo y el audio pero no los subtítulos.

Para crear vídeos con dichos contenidos se ha utilizado la herramienta mkvMerge GUI, que permite, de forma fácil e intuitiva, ir añadiendo todas los elementos (una o varias pistas de vídeo si fueran necesarias, los distintos ficheros de audio y los subtítulos) del vídeo contenedor (ver figura 2). También permite definir algunos parámetros de cada fichero que introducidos, en un principio, los más sencillos son el nombre del fichero y su idioma, pero se pueden establecer otros parámetros más específicos como las dimensiones con que el usuario visualizará el vídeo.

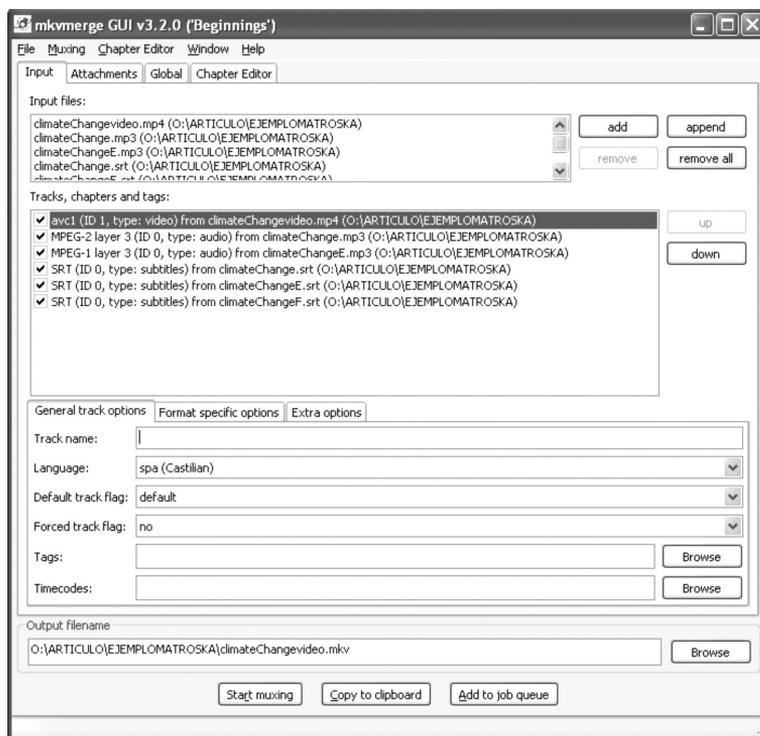


Figura 2. Ejemplo de inserción de nuevos elementos con la herramienta mkvmerge

Una vez añadidos todos los ficheros que van a formar parte de nuestro contenedor, el conjunto se multiplexa y se convierte en un único fichero que contiene todos los elementos (Figura 3).

Para poder visualizar dicho fichero existen, como ya se ha comentado, numerosos reproductores (como VLC) que permiten la reproducción del vídeo pudiendo escoger el audio, elección de subtítulos y por supuesto, el idioma de éstos. En la figura 4 se muestra una imagen congelada del vídeo en la que se aprecian los subtítulos en castellano y en inglés, logrando por lo tanto, recursos multilingües además de accesibles.

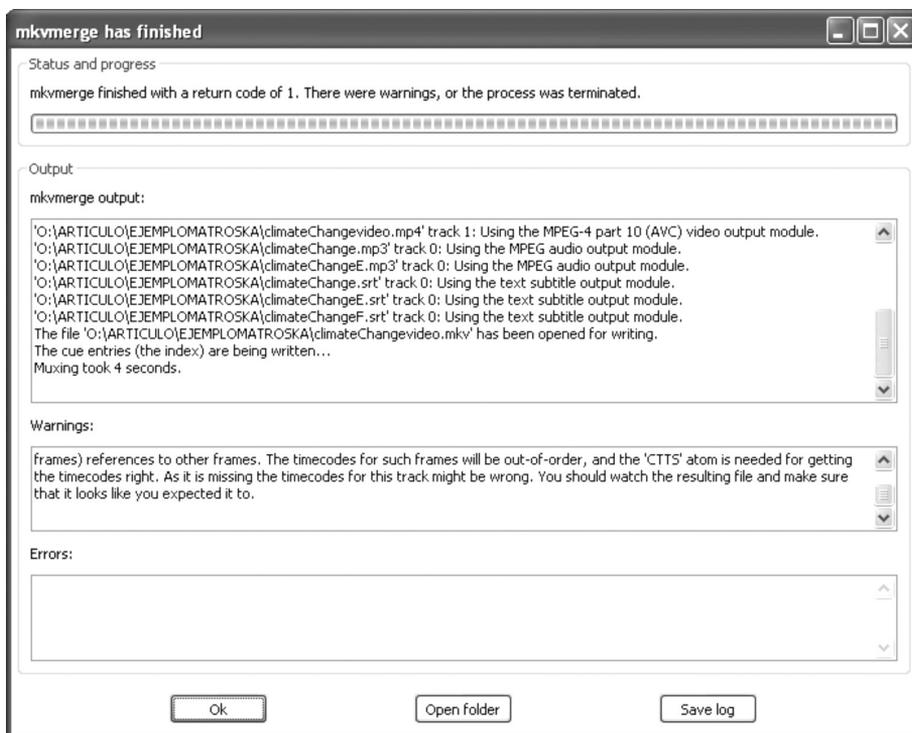


Figura 3. Procedimiento de multiplexado de elementos del formato Matroska



Figura 4. Subtitulados en castellano y en inglés

## CONCLUSIONES

En el marco universitario europeo, el Espacio Europeo de Educación Superior ha venido a proponer un cambio sustancial en la forma de impartir la docencia universitaria y eso afecta también a la renovación en la producción de los recursos educativos. Es evidente que la innovación, en el uso de la gestión de contenidos educativos y los formatos de especificación, logrando el mayor nivel de accesibilidad de los mismos es uno de los aspectos más importantes para el desarrollo de la enseñanza a distancia en el momento actual.

Este artículo muestra los avances que se pueden lograr, en este ámbito, con el objetivo de renovar el marco tecnológico, con el uso de formatos contenedores para los recursos multimedia; ello redundará en una mejora de los actuales procesos de producción, distribución, y mantenimiento de los contenidos y escenarios educativos así como amortiza el esfuerzo realizado asegurando la mayor reutilización e interoperabilidad de los mismos. La accesibilidad se presenta, lógicamente, como un valor añadido que redundará en beneficio de todos a través de la aplicación de las pautas del “diseño para todos”.

## NOTAS

1. El nacimiento del modelo social data de las demandas realizadas en Estados Unidos y en el Reino Unido por las propias personas con discapacidad, durante las décadas sesenta y setenta del siglo XX.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asís, R. (2007). Sobre el concepto de accesibilidad universal. Accesibilidad a los medios audiovisuales para personas con discapacidad. AMADIS'06 ISBN:978-84-692-2811-1.
- Cacheiro, M. L.; Rodrigo, C.; Laherran, G.; Olmo, A. (2006). Open and Distance Learning Methodologies in Higher Education Proceedings of the Annual Meeting of European Association of Distance Teaching Universities (EADTU). Tallinn, Estonia.
- Cacheiro, M. L.; Rodrigo, C.; Rodríguez-Artacho M. (2007). e-ReInAc: E-Learning: Reusabilidad, Interoperabilidad y Accesibilidad: Aspectos tecnopedagógicos. InproceedingsoftheIADIS2007 Conference, Vila Real, Portugal.
- Canabal Barreiro, J. M.; Sarasa Cabezuelo, A. (2007) Agrega – Plataforma de Objetos Digitales Educativos. IV Simposio Multidisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Desarrollo de Contenidos. Bilbao. [en línea] Disponible en <http://spdece07.ehu.es/actas/Canabal.pdf> (consulta 2010, 15 de Abril).
- Delgado, J. L.; Sastre, T.; Rodrigo, C.; Sama, V. (2009). Diseño de un Perfil de

- Aplicación para Repositorio Multimedia Accesible. IV Congreso de Accesibilidad a los medios audiovisuales para personas con discapacidad AMADIS 09.
- Delgado, J. L.; Rodrigo, C. (2010). Perfiles de aplicación multimedia basados en estándares: un caso concreto para la UNED. *Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, Vol. 14 – Número 47. [en línea] Disponible en: <http://erevista.aepia.org/index.php/ia/article/view/636> (consulta 2010, 15 de Abril).
- Delgado, J. L.; Sastre T.; Rodrigo, C. (2010). Escenarios pedagógicos sobre el perfil de aplicación UNED-LOM-es/MPEG-7: un ejemplo práctico. CAFVIR'2010. Alcalá de Henares.
- Hidalgo, M. (2006). Las preferencias de los usuarios de audiodescripciones. I Congreso de Accesibilidad a los medios audiovisuales para personas con discapacidad AMADIS 06.
- García Aretio, L. (2007). La Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) de España. RIED - Revista Iberoamericana de Educación a Distancia. Loja – Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja Eds., Vol. 9, 2007, (17-51).
- García Aretio, L. (Coord.); Ruíz Corbella, M.; Domínguez Figaredo, D. (2007). De la educación a distancia a la educación virtual. Barcelona: Ariel, (303).
- Pascual, M.; Minguillón, J. (2005). Opera-Learning: Integración de estándares de distribución de contenidos multimedia y learning objects. RED. *Revista de Educación a Distancia*, número monográfico V. [en línea] Disponible en <http://www.um.es/ead/red/M5> (consulta 2010, 15 de Abril).
- Nack, F.; Van Ossenbruggen, J.; Hardman, L. (2004). That Obscure Object of Desire: Multimedia Metadata on the Web, Part 2. *IEEE MultiMedia*, vol. 11, no. 1, (38-48).
- Smith, J. R. (2005). What's New with MPEG? *IEEE MultiMedia*, vol. 12, no. 4, Oct.–Dec. 2005, (16-17).
- Paniagua, F.; García, A.; López, J. L.; González, I. (2008). Tecnologías de subtítulos de recursos audiovisuales para su publicación en Internet. III Congreso de Accesibilidad a los medios audiovisuales para personas con discapacidad AMADIS 08.
- Read, T.; Verdejo, F.; Barros, B. (2003). Incorporating interoperability into a distributed eLearning system. Proc. ED-MEDIA 2003 (Association for the Advancement of Computing in Education; AACE), Hawaii.
- Read, T.; Pastor R.; Ros, S.; Rodrigo, C.; Hernández, R. (2009). The UNED ICT Architecture for “Virtual Attendance” Proc. 23rd ICDE World Conference on Open and Distance Learning. Holland: Maastricht.
- Rodrigo, C.; Delgado, J. L. (2009). Java-XML Innova, un acercamiento al EEES desde Ingeniería Informática. En: Santamaría Lancho, M.; Sánchez-Elvira Paniagua, A. (Coords). *La UNED ante el EEES. Redes de Investigación en Innovación Docente 2006-2007*. Madrid: UNED (397-410).
- Sánchez, F.; Cruz, J. L.; Fernández, A.; López, D. (2006). Cómo diseñar una asignatura del EEES: de los objetivos formativos a la metodología y los contenidos. JENU12006.
- Tercedor, M. I.; Lara, P.; Herrador D.; Márquez I.; Márquez L. (2006). “¿Subtitulamos para todos? Propuesta de criterios para una subtítulos accesible”. I Congreso de Accesibilidad a los medios audiovisuales para personas con discapacidad AMADIS 06.
- Weixin, Y. (2003). XML, MPEG-7 and component technology in e-learning tool development”. *Int. J. of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning* 13(1/2) (171-179).

## PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

**Covadonga Rodrigo San Juan** es Profesora del Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos y Vicerrectora Adjunta de Tecnologías en los Centros Asociados de la UNED. Desde el año 1999, en que empezó a trabajar en el ámbito universitario, ha mostrado una preocupación y motivación constante hacia el uso e incorporación de las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones en su actividad docente, concretando su investigación en el desarrollo de marcos tecnológicos de producción de contenidos educativos para entornos de e-aprendizaje, con el objetivo de mejorar la reutilización, interoperabilidad y accesibilidad de los materiales.

E-mail: [covadonga@lsi.uned.es](mailto:covadonga@lsi.uned.es)

**José Luis Delgado Leal** es Profesor Asociado en el Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos y desarrolla su tesis acerca de la interoperabilidad de plataformas educativas y la estandarización de los recursos educativos y su integración en las plataformas actuales de la UNED (webCT y aLF). Ingeniero en Informática, actualmente imparte las asignaturas de Fundamentos de la Informática (primer ciclo) y Sistemas de Gestión de Bases de Datos. Tiene experiencia como tutor en el centro asociado de Madrid-LasRozas así como más de 5 años de experiencia como profesor en la Universidad presencial.

E-mail: [jdelgado@lsi.uned.es](mailto:jdelgado@lsi.uned.es)

**Teresa Sastre Toral** es profesora de informática en los Ciclos Formativos de Formación Profesional de la CAM. Anteriormente, trabajó como profesora ayudante en el departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Escuela Técnica Superior de Informática de la UNED. Licenciada en Informática y diplomada en Turismo, actualmente está terminando los estudios del DEA relacionados con la posibilidad de utilizar recursos multimedia accesibles multilingües con un propósito educacional. Tiene experiencia de 6 años impartiendo clases como tutora en el centro asociado de Madrid - Las Rozas.

E-mail: [tsastre@madrid.uned.es](mailto:tsastre@madrid.uned.es)

DIRECCIÓN DE LOS AUTORES

Departamento de Lenguajes  
y Sistemas Informáticos  
E.T.S.I. Informática  
C/. Juan del Rosal, 16 - 28040 –  
MADRID, España

**Fecha de recepción del artículo:** 15/05/10

**Fecha de aceptación del artículo:** 25/08/10