

## *Aprendizaje INCLUSIVO Centrado en las Necesidades de las Personas: Avances en Estándares, Plataformas y Desarrollo de Servicios de aprendizaje personalizados*

JESÚS G. BOTICARIO,

OLGA C. SANTOS

*Dpto. Inteligencia Artificial. E.T.S.I. Informática, UNED*

*Jgb, ocsantos@dia.uned.es, adenu.ia.uned.es*

**Resumen.** La mayoría de los informes e iniciativas que promueven el afrontar los retos del aprendizaje centrado en el estudiante insisten en desarrollar escenarios y sistemas educativos con capacidad de adaptación. Sin embargo, dichos desarrollos todavía no cubren las cuestiones más básicas de atención de las necesidades derivadas de la diversidad funcional de los estudiantes. Después de repasar los objetivos destacados por numerosos informes y normativas, en este trabajo presentamos cuestiones tecnológicas relacionadas con los estándares necesarios, la situación de los sistemas de gestión del aprendizaje y el soporte dinámico basado en técnicas de modelado del usuario que afectan al desarrollo de los escenarios requeridos para abordar la autonomía personal en educación. En concreto, se introducen aspectos relacionados de los desarrollos del grupo de investigación aDeNu de la UNED.

**Palabras clave:** Aprendizaje Centrado en el Estudiante, Adaptación y Personalización, Estándares Educativos, Sistemas de Gestión del Aprendizaje, Diseño Instruccional, Espacio Europeo de Educación Superior, Sistemas Inteligentes en Educación.

### INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las personas depende de cada individuo y su evolución a lo largo del tiempo y está sujeto a un proceso constructivo, activo, autorregulado,

situado y social [1], en el que la participación del sujeto en el proceso es esencial. Debido a su naturaleza intrínsecamente individual, los procesos formativos deberían considerar la diversidad del que aprende. Esta propiedad implica que cualquier plataforma, sistema o servicio educativo ha de ser capaz de atender los principios de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad para las personas con “diversidad funcional” (término más adecuado, especialmente en este contexto, que discapacidad [2], incluyendo a las personas mayores que puedan tener alguna limitación funcional, tecnológica o cultural por causa de la edad).

Hoy en día existe un número creciente de estudiantes que por diversas razones tienen preferencias de accesibilidad para disfrutar de los recursos ofrecidos en la educación superior. Es más, una proporción creciente de los mismos (en España, cerca del 50%) elige las universidades de educación a distancia (ED) para sus estudios y más del 40% de ellos está matriculado en la UNED (en torno a 4.300 en el curso académico 2008-09). La mayoría de las solicitudes realizadas por estos estudiantes se enmarcan en el llamado paradigma del “Aprendizaje Permanente” (AP, o “Lifelong learning”, LLL). Este paradigma considera que el aprendizaje debe realizarse a lo largo de la vida de las personas, de forma que puedan integrarse educación, trabajo y vida personal en un proceso continuo en el que todos los ciudadanos deberían poder acceder al conocimiento y realizarse personalmente y a través del trabajo sin límite de edad, abarcando el espectro total de edades (i.e 20, 40, 60 años o incluso superiores). En el mismo se asume que la educación debe ser inclusiva, sin exclusiones y abarcando a todos los ciudadanos sin límites de lugar y tiempo para adquirir conocimiento (p.ej. colegio), ni lugar y tiempo para aplicar conocimiento (p.ej., lugar de trabajo). En definitiva, se asume que la tecnología debería asegurar la accesibilidad al aprendizaje desde cualquier lugar y en cualquier contexto [3].

Por otro lado, la atención de la accesibilidad y la consideración de la evolución del aprendizaje como un proceso constructivo y dependiente del individuo deberían fomentar la mejora del grado de autonomía del estudiante, siendo éste uno de los objetivos finales deseables del proceso de enseñanza-aprendizaje y, en particular, un requisito de los nuevos modelos educativos que sustentan el AP [4, 5].

El objetivo de este capítulo es mostrar los avances tecnológicos que se están realizando para garantizar un aprendizaje inclusivo centrado en la diversidad

funcional de los estudiantes y en la evolución de su proceso de aprendizaje que ayude a su autonomía personal en el ámbito educativo. En el resto de esta sección comentaremos los informes, iniciativas y normativas que identifican y promueven la necesidad y el derecho de un aprendizaje centrado en el estudiante ateniendo la diversidad funcional existente y describiremos el planteamiento seguido por el grupo de investigación aDeNu de la UNED. A continuación, nos centraremos en los estándares y especificaciones que se han definido en el ámbito educativo y tecnológico que pueden aplicarse en escenarios de educación inclusiva. Posteriormente, comentaremos las características de accesibilidad y adaptación que ofrecen las principales plataformas de aprendizaje. Ambos puntos nos llevan a la necesidad de desarrollar servicios de aprendizaje personalizados, que serán introducidos seguidamente. Terminaremos con unas conclusiones sobre lo expuesto a lo largo del capítulo.

## **INICIATIVAS, INFORMES, Y NORMATIVAS**

Promovido por el Parlamento Europeo, el AP desarrolla un programa de acción único [4] con cuatro pilares o subprogramas, donde uno de ellos está centrado en afrontar las necesidades de enseñanza y aprendizaje en la educación superior. Un eje transversal del programa es el orientado al desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), constituyendo este último la tercera línea de acción clave del programa sobre AP. Además, junto con otros programas previos existentes en Europa, como puedan ser “Europa 2005” y “Educación y formación 2010”, trata igualmente los problemas de diversidad y se presupone que un derecho fundamental de los ciudadanos es acceder en igualdad de oportunidades a los servicios y aplicaciones de la sociedad de la información (p. ej., el subprograma COMENIUS señala la importancia de usar las nuevas tecnologías para adaptarse a diferentes tipos de discapacidad y anima al uso innovador de las TIC).

Con el fin de hacer viable el AP, el llamado Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) tiene como principal objetivo centrar la actuación de la Universidad en las necesidades del estudiante y en el desarrollo de sus competencias [5], siguiendo la línea abierta por otros tantos informes de reconocido valor en este ámbito (OCDE, 1996 [6]; Dearing Report, 1998 [7]; Bricall, 2000 [8]; Iniciativa e-learning, 2009 [9], Informes CRUE-TIC, 2008 [10], Ministros de la Unión Europea y la declaración sobre eInclusion adoptada en Riga, 2006 [11],

etc.). Este planteamiento supone un verdadero reto, tanto para las instituciones europeas de educación superior como para los propios estudiantes, ya que en el mismo se requiere reforzar las competencias de éstos para que “sean capaces de aprender por sí mismos” [12].

Este enfoque, centrado en el estudiante, plantea diversos desafíos organizativos, psicopedagógicos y tecnológicos a las universidades presenciales y a las de enseñanza a distancia. Frente a estos retos se presupone que una solución “ideal” puede estar enmarcada en el llamado “e-learning” [9]: “es importante asegurar que los productos y métodos de e-learning tengan en cuenta las necesidades de las personas, sus estilos de aprendizaje,..” “y que las soluciones propuestas no se basen en la filosofía de que ‘una única solución vale para todos’”.

De igual forma, cabe destacar las actividades claves promovidas por el programa de eInclusion [13], centrado en desarrollar contenidos, pedagogías y servicios TIC innovadores que puedan poner en práctica el AP. Con respecto a los grupos de los llamados desfavorecidos señala que una de las acciones clave es “ampliar el acceso para los grupos de desfavorecidos y afrontar activamente las necesidades de aquellos con discapacidades”.

Garantizar el tratamiento de la diversidad supone, además de un reto que puede ser favorecido por el uso de las TIC, un derecho de las personas respaldado por numerosas normativas. Entre éstas, se pueden señalar, en Europa la Ley del E-Government-Law en Austria; Equal Status Act en Irlanda; la BITV en Alemania; SENDA en el Reino Unido, etc. [14]; en Estados Unidos, la reconocida ADA. Por otro lado, recientemente la Convención Internacional de los Derechos de las Personas con Discapacidad, en el artículo 24.5 (Educación) indica “los Estados deben asegurar la igualdad de acceso a la educación primaria y secundaria, la formación profesional, la enseñanza de adultos y el aprendizaje permanente”.

En España también existen leyes que amparan la educación para todos y la atención a las necesidades de cada individuo. Cabe destacar como pilares genéricos las exigencias de la LISMI (Ley 13/1982 de 7 de abril, de Integración Social de Minusválidos) y la “Ley 51/2003 de Igualdad de Oportunidades, no Discriminación y Accesibilidad Universal de las Personas con Discapacidad” (2-12-2003, LIONDAU). De forma específica, la Ley Orgánica de Universidades (LOU) aprobada en 2001 y su reciente reforma de 2007 [15] resalta, tanto en el preámbulo como en el articulado, la atención a la discapacidad, siendo la disposición adicional vigésimo cuarta la que se centra en la “la inclusión de las

personas con discapacidad en las universidades”. Aquí se resaltan otras tantas leyes relacionadas y se insiste en que “los servicios, procedimientos y el suministro de información, deberán ser accesibles para todas las personas”. En lo relativo a la sociedad de la información la “Ley de Servicios de Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico (11-07-2002)” (LSSI) señala que “las Webs de la Administración Pública deberán ser accesibles con los criterios de accesibilidad generalmente reconocidos”. El desarrollo de dicha ley está garantizado por la Norma UNE 139803:2004 y el Real Decreto 1494/2007. Este Real Decreto desarrolla y complementa la LSSI, estableciendo una normativa con sanciones al respecto y mencionando explícitamente la obligatoriedad de cumplir, a partir de 31 de diciembre de 2008, con los criterios de accesibilidad para los Centros públicos educativos, de formación y universitarios. Existen igualmente planes de acción destacados como el “Plan Nacional de Accesibilidad 2004-2012” y el “II Plan de Acción para las personas con discapacidad 2003-2007” del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, además del “Plan de Choque para el Impulso de la Administración Electrónica en España” dependiente de los ministerios de Industria, Turismo y Comercio, y del Ministerio de Administraciones públicas, con apartados como la Medida 7 sobre “Accesibilidad a las páginas web de la administración general del estado”. Existe igualmente una norma centrada en la calidad de la formación online UNE 66181 que incluye, entre los factores de satisfacción y los niveles de calidad, la accesibilidad [16].

### **Planteamiento seguido por el grupo aDeNu**

Las iniciativas, informes y normativas expuestas anteriormente confluyen en dos cuestiones esenciales que ya se introdujeron al comienzo del capítulo: 1) el aprendizaje centrado en el estudiante y 2) la atención a la diversidad funcional de los individuos a lo largo de la vida como estudiantes. No obstante, sorprendentemente considerando estos objetivos, el “aprendizaje centrado en el estudiante” sigue hoy en día siendo inadecuado para un número creciente de estudiantes, que supuestamente deberían beneficiarse de este paradigma que promueve la personalización, pero que en la práctica se olvida de atender la diversidad funcional de los estudiantes. Este problema es palpable para aquellos implicados en proporcionar asistencia a los estudiantes con preferencias de accesibilidad en las instituciones educativas, donde la mera falta de información o de acceso a los procedimientos preestablecidos, y no digamos las dificultades en proporcionar la infraestructura adecuada, pueden convertirse en barreras

insuperables para los interesados (no sólo estudiantes sino el propio personal de la institución) en hacer que el paradigma del AP se haga realidad. Como datos en este sentido baste constatar que tan solo el 3% de los sitios web públicos en Europa cumplen con las condiciones mínimas de accesibilidad exigida [17].

La aplicación creciente de las TIC en el sistema universitario debería potenciar los procesos de enseñanza y aprendizaje centrados en atender la diversidad funcional del individuo de una forma integrada con el resto de los servicios ofrecidos por la universidad [18]. Esto permitiría, por ejemplo, que un profesor elaborase los contenidos, tareas y su planificación una sola vez (etiquetados mediante los estándares de educación) y serán programas los que presentarán dichos contenidos en el formato de entrega correspondiente (libro, guías, fichero imprimible, páginas web, tareas en la plataforma de aprendizaje, etc.) adecuados a las preferencias de accesibilidad de cada estudiante. A su vez, el estudiante podría además interactuar a través de la modalidad preferida (táctil, voz, ...), sin necesidad de intervención directa del profesor o tutor, con actividades de aprendizaje que le ayuden a aprender y a descubrir cuáles son sus necesidades de aprendizaje. Análogamente, el profesor, al igual que elabora materiales, podría definir dichas actividades y caracterizarlas para los diversos contextos de aplicación. Es más, sin necesidad de investigar uno a uno lo ocurrido, el profesor podría recibir informes que constaten, de forma resumida, cuántas actividades y cómo se han realizado por los estudiantes [19].

Actualmente, tal y como se desprende de los estudios mencionados [10], un elemento fundamental de la educación basada en TIC son las llamadas plataformas o sistemas de gestión del aprendizaje (SGA, en inglés “Learning Management Systems”, LMS). En [19] se plantea la integración de dichas plataformas con el resto de los servicios ofrecidos en la Universidad. Para hacer efectivo este enfoque, en el grupo aDeNu se empezó trabajando en el desarrollo de entornos de aprendizaje personalizados y abiertos con soporte en los estándares de educación disponibles [20]. El objetivo de estos desarrollos ha ido evolucionando para que dichos escenarios y aplicaciones sean escalables (basados en estándares y soluciones genéricas) y fáciles de integrar con otros servicios de la Universidad (basados en una arquitectura de servicios web abiertos) [21]. Además, han de garantizar un aprendizaje inclusivo centrado en la diversidad funcional de los estudiantes.

Algunas de las cuestiones que dan soporte a dicho planteamiento se repasan en las siguientes secciones de este capítulo. Se comienza introduciendo los estándares relacionados, especialmente en el campo de las tecnologías de la educación y se incide en su papel para el modelado de los escenarios de aprendizaje. Luego se concretan los requisitos exigibles a los SGA de forma que los escenarios y servicios que se construyan sean personalizados y accesibles, además de sostenibles e interoperables. A continuación se introducen algunos de los servicios que se están construyendo en el ámbito de proyectos de investigación nacionales y europeos.

## **ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES EN ESCENARIOS DE EDUCACIÓN INCLUSIVA**

Los estándares y especificaciones deberían garantizar la sostenibilidad de los desarrollos y la interoperabilidad con todos los elementos implicados: usuarios, contenidos, actividades, dispositivos de acceso, etc. Existe una gran variedad de estándares procedentes de diferentes campos relacionados con el desarrollo de servicios para los escenarios de educación.

Los principales estándares y especificaciones se enmarcan en el campo de la tecnología educativa y hoy en día su uso se está empezando a generalizar. El elemento principal considerado han sido los denominados objetos de aprendizaje. La especificación IEEE LOM (Learning Object Metadata) se describe en IEEE 1484 – 2002 [22]. En ella se determinan los aspectos que deben concretarse y el vocabulario correspondiente. Se cubren temas diversos, entre los que se encuentran los educativos (nivel y tipo de interacción, dificultad, tiempo de aprendizaje, rango de edad, contexto, etc.) y técnicos (formato, tamaño, localización, requisitos, cuestiones de instalación, etc.). Aunque hay otros aspectos relativos a los derechos, ciclo de vida, clasificación, etc., los atributos educativos y técnicos son los que pueden tener un mayor impacto en la selección, búsqueda y modificación de objetos de aprendizaje que mejor se adapten a las necesidades de cada persona. Los conocidos metadatos de Dublín Core (DC) [23], tomando inicialmente LOM como punto de referencia, ofrecen una visión más actual y extendida, especialmente aceptada para describir hoy en día contenidos interactivos. DC utiliza el Marco de Descripción de Recursos (del inglés, “Resource Description Framework”, RDF) y ofrece un marco de trabajo

para metadatos de la Web que usa una notación flexible basada en expresiones con la forma sujeto-predicado-objeto.

Quizá la especificación de educación más extendida en los SGAs actuales es SCORM (del inglés, “Shareable Content Object Reference Model”) [24], que define la forma en que el SGA debe gestionar los contenidos para los usuarios. Utiliza especificaciones y guías propuestas por otros (p.ej., el IMS-CP, que se comenta más adelante) y determina la forma en que aquellas deben integrarse. SCORM considera que un curso es un conjunto de objetos interrelacionados con contenidos y contempla su secuenciación y organización, además de los metadatos para su descripción. Su objetivo es que los cursos puedan trasladarse entre plataformas de aprendizaje con un coste mínimo de integración. Desde el punto de vista de adaptación, SCORM 2004 se acomoda a la especificación de IMS denominada IMS SS (del inglés, “Simple Sequencing”) [25]. Su nombre se debe a que las posibilidades de adaptación de la secuencia de eventos que forman la ruta de aprendizaje están limitadas.

Otras especificaciones destacadas son las desarrolladas por el IMS Global Consortium [25], que ha producido un número significativo de estándares de facto en el campo de e-learning. Destacamos para temas de personalización el IMS LD (del inglés, “Learning Design”) que no está limitado por un modelo pedagógico concreto y facilita su interoperabilidad online en base a Unidades de Aprendizaje (UoL, del inglés “Unit of Learning”). En el mismo se define la lógica de la instrucción, concretando los distintos caminos o rutas de aprendizaje de acuerdo con los objetivos establecidos y considerando las necesidades y características del estudiante a lo largo del proceso. Siguiendo la analogía de una obra de teatro, esta especificación permite describir los actores implicados, sus respectivos papeles y las acciones realizadas a lo largo de cada etapa (escena o acto) del proceso [26]. IMS-LD está especialmente diseñada para adaptarse, en combinación con otras especificaciones IMS, a las características del individuo. En concreto, para el modelado de escenarios personalizados que consideren las características individuales del estudiante y su entorno, algunas de las especificaciones de IMS que pueden utilizarse son los siguientes:

- IMS CP: (del inglés, “Content Packaging”) permite empaquetar y agregar recursos digitales. Usado para empaquetar contenidos y facilitar su carga y descarga en diversas plataformas. SCORM hace uso de IMS-CP para empaquetar sus contenidos.

- **IMS Metadata** (basado en IEEE LOM): se utiliza para añadir datos descriptivos a un recurso digital (nivel de dificultad, nivel de interacción, requisitos, etc.). Permite caracterizar las actividades y los elementos de evaluación.
- **IMS LIP** (del inglés, “Learner Information Packaging”): Define el perfil o modelo del usuario y se utiliza para intercambiar información del estudiante entre diferentes sistemas.
- **IMS Access For ALL** (acceso para todos): consta de dos partes. La primera, **Accessibility for LIP** (o **AccLIP**), que almacena información sobre las necesidades y preferencias (funcionales) del estudiante y señala cómo debe interactuar con el entorno para garantizar su accesibilidad. La segunda, **Accessibility for Metadata** (o **AccMD**) que describe las características de los contenidos digitales. Ambas han de contrastarse para seleccionar los recursos apropiados al perfil funcional del estudiante. En su versión 2.0, **Access for All** recogerá los elementos del reciente estándar de ISO ‘Adaptabilidad individualizada y accesibilidad en e-learning, educación y formación’ mencionado más adelante, con sus dos partes análogas).
- **IMS QTI** (del inglés, **Question and Test Interoperability**): sirve para describir cuestionarios interactivos y adaptativos, la ordenación de las preguntas a ofrecer y los criterios de selección que se pueden utilizar para ofrecer cuestionarios adaptativos.
- **IMS ePortfolio**: permite registrar los logros del usuario (tanto desde el punto de vista de la institución, con las diferentes acreditaciones, como desde el usuario, con su propia valoración de realizaciones y capacidades personales).
- **IMS RDCEO**: se utiliza para describir las competencias (del inglés, “Reusable Definition of Competency or Educational Objective”). El modelo que se ofrece es minimalista, pero extensible y sirve para definir competencias y objetivos de aprendizaje. No está restringido a un modelo curricular particular y, dependiendo de los requisitos, se pueden añadir diferentes características de las competencias consideradas. Cada UoL en un LD hace referencia a unos objetivos que se pueden asociar a la definición **IMS-RDCEO** de las competencias.

Aunque a priori pueda parecer que IMS ofrece un conjunto integrable de especificaciones que den soporte a las necesidades de caracterización para

ofrecer un aprendizaje inclusivo centrado en el usuario, la interoperabilidad entre dichas especificaciones no está resuelta y son las distintas implementaciones las que tienen que resolver los temas pendientes. Por ejemplo, la interacción entre IMS-LD y IMS-QTI [27].

Recientemente se ha publicado por ISO el estándar que puede incidir más claramente en modelar las cuestiones de diversidad funcional del usuario en entornos de aprendizaje: ISO/IEC 24751 “Adaptabilidad individualizada y accesibilidad en e-learning, educación y formación” [28]. Este estándar se ha desarrollado considerando específicamente las características relacionadas con las llamadas discapacidades así como también las necesidades de las personas mayores. Tiene tres partes y la segunda tiene una especial importancia para el modelado del estudiante: ISO/IEC 24751-2:2008: Parte 2: “Acceso para todos” necesidades personales y preferencias para interacción digital, también se conoce como ISO PNP (del inglés, “Personal Needs and Preferences”). La tercera permite describir las necesidades de interacción con los contenidos digitales ISO DRD (del inglés, “Digital Resource Description”). Mediante este estándar se pueden cubrir las necesidades funcionales de interacción entre una persona y los contenidos incluyendo las cuestiones relativas al dispositivo de acceso y a la tecnología de apoyo utilizada (p.ej., cómo debe ser presentado el interfaz de usuario considerando si usa un lector de pantalla, una línea Braille, tecnología háptica, etc.).

IMS también ha publicado GDALA, que son las guías para desarrollar aplicaciones de aprendizaje accesibles que incluyen guías para texto, audio e imágenes, comunicación síncrona y asíncrona, etc.

Además de los estándares y especificaciones de tecnología educativa antedichos, existen otros de especial interés para desarrollar escenarios ubicuos personalizados y accesibles. La bien conocida iniciativa de accesibilidad web WAI [29] proporciona guías para el desarrollo de contenidos, agentes de usuario y herramientas de autor accesibles. La reciente versión de las pautas de accesibilidad de contenidos (WCAG, del inglés “Web Content Accessibility Guidelines”) -versión 2.0- comprende 12 guías organizadas en torno 4 principios: percible, operable, comprensible, y robusto, y mantiene tres niveles de éxito: A, AA, and AAA.

Otras especificaciones cubren temas de interoperabilidad entre la tecnología de apoyo y los sistemas TIC. Como ejemplo, ISO/IEC 13066-1 (en proceso de

edición) cubrirá las bases para el diseño y evaluación de dicha interoperabilidad. ISO 9241-129 ‘Ergonomía sobre interacción Persona-Sistema — Parte 129: Guiado para la personalización (en inglés, “Guidance on individualisation”) proporciona guías sobre la personalización del software para lograr niveles altos de usabilidad y accesibilidad. La iniciativa de móviles abiertos de la W3C ha desarrollado la especificación Capacidades Compuestas /Perfiles de Preferencia (CC/PP, del inglés “Composite Capabilities/Preference Profiles”) y el vocabulario de perfiles de agente de usuario (UaProf, del inglés “User Agent Profile”) para la personalización de escenarios ubicuos. Mediante esta especificación se pueden abordar las cuestiones de accesibilidad relativas al dispositivo de acceso [30]. Por último, se encuentra el lenguaje de descripción de servicios web (WSDL, del inglés Web Services Description Language) que describe la forma de comunicación entre componentes, es decir, los requisitos del protocolo y los formatos de los mensajes necesarios para interactuar con una serie de servicios que han sido previamente definidos en su catálogo.

Finalmente, cabe señalar que, dada la tendencia actual de desarrollo de escenarios de aprendizaje personalizados en los que confluyen una gran variedad de servicios ofrecidos desde distintas aplicaciones (“mashups”) [31], cada vez adquiere mayor interés el uso de estándares para describir todos los componentes que forman parte de los servicios que en el ámbito educativo pueda ofrecer una institución. En concreto, aquellos que resultan de la combinación de los SGA con las bibliotecas digitales. Así por ejemplo, si un estudiante está cursando una asignatura podría tener interés en acceder igualmente a las novedades bibliográficas relacionadas disponibles en la biblioteca. Para esto se requiere llevar a cabo un proceso exhaustivo de etiquetado de la información y los servicios disponibles siguiendo los estándares existentes. En el caso de las librerías digitales hay que considerar las distintas iniciativas (METS<sup>1</sup>, OAI-PMH<sup>2</sup>, EAD<sup>3</sup>, TEI<sup>4</sup>) y las implementaciones disponibles (Fedora<sup>5</sup>, OpenDlib<sup>6</sup>, Geenstone<sup>7</sup>).

El enfoque del grupo aDeNu considera al usuario, contexto, SGA, dispositivo y evolución del aprendizaje mediante los estándares señalados [32].

1 <http://www.loc.gov/standards/mets/>

2 <http://www.openarchives.org/pmh/>

3 <http://www.loc.gov/ead/tglib/index.html>

4 <http://www.tei-c.org/Support/Learn/intro.xml>

5 <http://www.fedora-commons.org/>

6 <http://www.opendlib.com>

7 <http://www.greenstone.org/>

## PLATAFORMAS DE APRENDIZAJE: ACCESIBILIDAD Y ADAPTACIÓN

Para construir escenarios centrados en el estudiante, la plataforma de aprendizaje, o SGA, debería estar basada en estándares tecnológicos y educativos, cumplir con los requisitos de accesibilidad y ser capaz de integrarse, mediante servicios web, con el resto de las aplicaciones. En esta línea de desarrollos se trata de incorporar, mediante el uso de especificaciones y estándares educativos como los mencionados en la sección anterior, (p.ej., IMS, SCORM) procesos de adaptación en los SGAs actuales [33, 20]. En el caso de la UNED la plataforma que cubre dichas exigencias es aLF, basada en el SGA de software libre dotLRN, sobre el que se han realizado los desarrollos del grupo aDeNu [34].

Existen multitud de SGAs y de comparativas sobre los mismos (p.ej., EdTechPost o EduTech) y de criterios para seleccionarlas o considerarlas relevantes. Tanto la conocida Moodle como dotLRN cumplen dichos criterios. Sin embargo, los estudios disponibles no inciden en tres cuestiones esenciales para lograr el desarrollo de escenarios de aprendizaje personalizados e interoperables: adaptabilidad, reusabilidad y accesibilidad. Según [35] Moodle y dotLRN parecen ser los SGAs preparados para dar soporte a la adaptación. Aunque análisis posteriores muestran que dotLRN es la única que soporta los dos estándares disponibles para describir cursos SCORM y rutas de aprendizaje personalizadas según IMS-LD [34]. Es más, un estudio de usabilidad entre Moodle, Sakai y dotLRN muestra cómo dotLRN obtuvo las mejores puntuaciones de acuerdo a una de las metodologías de análisis heurístico más aceptada [36].

Con independencia de las características de la plataforma y los contenidos utilizados, la adaptación no es algo que se pueda circunscribir o introducir en un único elemento y en un momento determinado sino que conlleva un proceso de acciones bastante complejo que, desde el diseño, pasando por la interacción y la evaluación, considera al usuario como el eje central y el principal motor de las adaptaciones realizadas [37]. Bajo este planteamiento, aDeNu ha desarrollado una metodología que está siendo contrastada en diversos proyectos europeos (aLFanet, ALPE, EU4ALL) y nacionales (ADAPTAPlan, A2UN@), y que se centra en proporcionar herramientas y clarificar los procesos necesarios para soportar el llamado ciclo de vida del aprendizaje adaptativo [38]. Esta metodología pretende ayudar al diseñador del curso a describir de forma precisa los elementos del curso y la interrelación entre ellos, de forma que a partir de ellos se pueda ofrecer servicios complementarios que ayuden al profesor tanto a la hora del diseño del

curso [45] como a la hora de dar soporte a los estudiantes durante la interacción en el mismo [42].

El ciclo de vida del aprendizaje adaptativo responde a la idea de que el aprendizaje es un proceso dependiente de cada persona y está sujeto a una evolución continua. Se requiere, por tanto, abordar la adaptación como un factor permanente que afecta a todas las etapas del proceso, las previas de preparación de los escenarios de aprendizaje, las de su gestión y uso de dichos escenarios por diferentes tipos de usuarios y las de análisis y estudio de lo sucedido. El ciclo de vida comprende: (1) diseño de la experiencia de aprendizaje (considerando objetivos, actividades de aprendizaje, perfil del usuario y servicios), (2) administración (gestión de todos los datos, incluyendo los roles del usuario, derechos de acceso, configuración de todos los servicios y publicación de los escenarios y contenidos), (3) uso (utilización efectiva de las actividades diseñadas y uso de los servicios en el SGA) y (4) auditoría (proporcionar informes a los diseñadores del curso sobre cuál ha sido el rendimiento de los estudiantes en las tareas de aprendizaje) [20].

Sobre cada una de las cuatro etapas señaladas se deben realizar diversos análisis, llevados a cabo por expertos y usuarios finales, que garanticen el tratamiento de la usabilidad y accesibilidad a lo largo de todo el proceso. Estos procesos conllevan la aplicación de técnicas conocidas de evaluación de usabilidad como evaluaciones heurísticas, carga cognitiva, pensando en voz alta (del inglés, “thinking aloud”), indagación en el contexto, etc. [37].

## **DESARROLLO DE SERVICIOS DE APRENDIZAJE PERSONALIZADOS**

Con la intención de mitigar las barreras y problemas que muchos estudiantes con diversidad funcional siguen experimentando en la Universidad [39], un número creciente de universidades cuenta con unidades o departamentos específicos. Así por ejemplo, el Centro de Atención a Estudiantes con Discapacidad de la UNED [40] proporciona servicios de asistencia, orientación y apoyo a estudiantes con cualquier tipo de discapacidad y juega un papel de mediador entre todos los sectores que participan en la atención de este colectivo.

Los servicios ofrecidos muchas veces requieren el apoyo TIC que ya se ha generalizado para el resto de las actuaciones de la Universidad [10]. Con este apoyo se podrían automatizar cuestiones de tratamiento de la accesibilidad y atención de los requisitos para cada estudiante en relación con los cursos y sus

contenidos, así como servicios de gestión educativa, como por ejemplo, el uso o reserva de recursos (p.ej., programas o dispositivos de tecnología de apoyo), solicitud de intervención de personal especializado, etc. El proyecto europeo EU4ALL (“European Unified Approach for Assisted Life Long Learning”, IST-FP6-034778), en el cual aDeNu realiza la coordinación científica, está desarrollando un marco genérico y una plataforma de servicios abiertos centrados en la accesibilidad y personalización para dar soporte a dichas necesidades. Se están definiendo las especificaciones prácticas y se están implementando mediante estándares servicios que consideran los distintos roles implicados: estudiantes, profesores, personal especializado y administrativos.

Desde el punto de vista del usuario, los servicios que se están desarrollando se enmarcan en escenarios y casos de uso que reflejan los problemas prácticos y concretos que deben afrontarse. Así, en el piloto de gran escala (más de 100 usuarios representativos implicados) de la UNED, en el que se evalúan los desarrollos realizados, los estudiantes reciben servicios que dan soporte a la gestión de su perfil de usuario, la valoración de sus necesidades, la introducción personalizada de la metodología docente y los servicios existentes centrados en el apoyo a la diversidad funcional, la gestión de sus peticiones y la disponibilidad de materiales y actividades accesibles en los cursos, recomendaciones sobre cómo proceder en determinados contextos, etc. Para el profesorado se proporcionan guías de actuación para atender cuestiones de tratamiento de la diversidad funcional, búsqueda y gestión automática de las adaptaciones requeridas en los contenidos, soporte al uso de escenarios educativos especificados mediante estándares, etc. Para los tutores se contempla, por ejemplo, el uso y la gestión de recomendaciones que son entregadas en el momento y contexto adecuado a los estudiantes. Los administrativos y el personal especializado acceden igualmente a los servicios y guías ofrecidos y pueden emitir notificaciones sobre las necesidades derivadas de su intervención en el proceso.

Desde el punto de vista tecnológico, aDeNu está implicada en muchos de los principales desarrollos de EU4ALL. Al ser responsables del subproyecto que define la arquitectura del sistema, aDeNu coordina la integración de todos los componentes tecnológicos y el soporte al desarrollo de los servicios de usuario inclusivos que se construyen en base a dichos componentes. El enfoque adoptado pretende ser flexible y abierto y consiste en una arquitectura de servicios web basada en el uso de estándares (ver sección previa). aDeNu es el desarrollador de los siguientes componentes: el modelado de usuario (componente esencial

y soporte de muchos servicios) basado en ISO/IEC 24751 [41], el sistema recomendador para orientar al usuario en el uso de los recursos existentes [42], los módulos personalizados de actuación psico-educativas desarrollados sobre IMS-LD [43] y el módulo de seguimiento de las interacciones TAM [44] que realimenta los componentes anteriores con información de lo que ha ocurrido en el curso que puede utilizarse para refinar los atributos del modelo del usuario, ofrecer recomendaciones más ajustadas, definir actuaciones psico-educativas más apropiadas, considerando en todos ellos la atención a la diversidad funcional. Igualmente se participa en la especificación de escenarios y servicios que resultaron del trabajo sobre los requisitos de usuario y en la propia evaluación, gestión y explotación de todos los desarrollos.

El grupo aDeNu está colaborando con la Universidad de Gerona e investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid en un proyecto nacional, A2UN@ (TIN2008-06862-C04-01/TSI), que igualmente busca desarrollar servicios personalizados y accesibles de e-learning, en este caso se considera el uso de una arquitectura multi-agente que utiliza servicios web y estándares y que permite mayor flexibilidad a la hora de dar soporte a la adaptación. Uno de los temas de investigación del proyecto es la generación de escenarios de aprendizaje (en forma de UoL en IMS-LD) a partir de técnicas de modelado de usuario y planificación de forma que en el diseño de los cursos el profesor no tenga que preocuparse de describir rutas de aprendizaje personalizadas para cada tipo de usuario (sino que puedan generarse mediante un planificador). De esta forma, el docente puede centrarse en labores conocidas (creación de test, contenidos, establecimiento de requisitos, etc.) [45]. En definitiva, se trata de abordar los retos existentes en cuanto a integración de estándares, técnicas de modelado de usuario y de diseño instruccional, personalización de escenarios y servicios mediante un sistema recomendador, seguimiento y respuesta basada en técnicas de minería web, etc. A diferencia del trabajo en EU4ALL, en A2UN@ se hace un uso intensivo de técnicas de inteligencia artificial para automatizar lo más posible el soporte inclusivo que debe ofrecer el SGA. En A2UN@ se están desarrollando igualmente entornos de colaboración CSCL (del inglés, “Computer Support Collaborative Learning”) que consideran las necesidades individuales y la adaptación a su evolución en el tiempo [46].

Los trabajos sobre accesibilidad y personalización del aprendizaje realizados por aDeNu están en consonancia con los planteamientos de otros proyectos europeos. Así, el aprendizaje accesible y adaptativo es también el principal

objetivo de los proyectos GRAPPLE [47] y FLEXO [48]. Los aspectos legales, políticos y socio-económicos se consideran en HEAG (“Higher Education Accessibility Guidelines”), la Red de la Agencia Europea para el Desarrollo de la Educación para Necesidades Especiales [49]. Existen otras arquitecturas de servicios web educativos, como e-Framework [50], “the Open Knowledge Initiative” [51] y el proyecto Fluid [52]. Sin embargo, los autores de este trabajo no han podido encontrar otros proyectos que realicen una implementación como las propuestas en EU4ALL y A2UN@, donde se desarrolla una arquitectura abierta, de servicios web y basada en estándares, que da soporte a escenarios de educación superior inclusivos con servicios finales de usuario personalizados y accesibles.

## CONCLUSIONES

La diversidad funcional es un hecho entre estudiantes de todas las edades y debería ser atendida de forma individualizada por los sistemas educativos actuales. Estos persiguen desde hace tiempo centrar su actuación en el estudiante y hoy en día este objetivo se ha convertido en un requisito promovido institucional y tecnológicamente. Las TIC parecen ser el medio ideal para:

1. atender de forma individualizada las necesidades y la evolución del proceso de aprendizaje de todas las personas incluyendo sus condiciones de diversidad funcional y
2. afrontar la integración de la educación con el resto de los procesos que se realizan en la llamada sociedad del conocimiento.

Sin embargo, dejando a un lado los desafíos psico-educativos, sociales y organizativos reflejados en muchos informes que dicha situación plantea, o las normativas nacionales o internacionales que apoyan el planteamiento, los sistemas TIC desarrollados hasta la fecha siguen teniendo que afrontar problemas técnicos de diversa naturaleza para proporcionar el soporte adecuado. Existen diferentes estándares, lo que dificulta la homogeneidad de los desarrollos y entre estos hay solapamientos y aspectos sin cubrir. Por otro lado, las plataformas, entornos virtuales o sistemas de gestión del aprendizaje, sólo han incorporado parcialmente algunos de los estándares disponibles y no están preparadas para ofrecer la interoperabilidad, accesibilidad y soporte a la personalización requeridos. Una cuestión igualmente esencial es que el modelado de todos los elementos implicados (i.e. usuario, contenidos y su contexto, así como las

cuestiones relativas a los dispositivos de acceso), es todavía incipiente y requiere un trabajo de investigación y desarrollo complicado y laborioso. Los procesos de adaptación necesarios dependen de un modelado estandarizado de los elementos que intervienen. De esta forma se podrían caracterizar y contrastar situaciones de interés en los sistemas educativos. Por ejemplo, se podrían detectar las dificultades que han experimentado estudiantes con un perfil de procesamiento de la información reflexivo y su modalidad de interacción preferida voz frente a una tarea considerada altamente interactiva en un determinado curso y así poder actuar en consecuencia, ofreciendo una recomendación sobre cómo enfocar mejor dicha tarea.

Frente a estos desafíos el grupo aDeNu de la UNED trabaja desde hace tiempo en desarrollar servicios abiertos, interoperables y basados en estándares para construir escenarios personalizados e inclusivos de aprendizaje. Se busca desde el principio la escalabilidad de los desarrollos apoyándose fundamentalmente en los SGAs utilizados por los centros de enseñanza y considerando las ventajas que tiene el poder contar con grandes volúmenes de datos para abordar tareas de modelado utilizando distintas técnicas de inteligencia artificial.

Para hacer efectivo el planteamiento que ofrece un verdadero aprendizaje centrado en las necesidades de los estudiantes se ha definido el ciclo de vida del aprendizaje y se han identificado las tareas requeridas para los distintos actores del proceso para lograr un soporte adaptativo e inclusivo utilizando los estándares como elemento de unión entre las diversas fases. aDeNu participa en distintos proyectos de investigación nacionales y europeos construyendo una arquitectura de servicios abiertos basada en estándares que ofrece diversos componentes desarrollados por el grupo para ofrecer la funcionalidad adaptativa e inclusiva en la arquitectura: modelado de usuario (caracteriza las preferencias del usuario, incluyendo aquellas relativas a la accesibilidad de los contenidos, dispositivo y control, el progreso en el aprendizaje, etc.), sistema recomendador (extiende la funcionalidad de los SGA con un soporte a la navegación adaptativo seleccionando aquellas acciones dentro de la plataforma de aprendizaje que son más apropiadas a cada estudiante en cada contexto), sistema de seguimiento de las interacciones del usuario (permite analizar las acciones llevadas a cabo por los estudiantes con diversos fines: i) compararlas con el diseño previsto de antemano, ii) adecuar el modelo del usuario a su comportamiento para poder ofrecer mejores recomendaciones, iii) llamar la atención al profesor de situaciones relevantes que debe atender personalmente en el curso), etc. Se trabaja además

en una arquitectura multi-agente que permite a estos componentes interactuar entre ellos.

Hasta la fecha se han construido y evaluado prototipos de dichos componentes en diversos proyectos y se espera realizar una evaluación a gran escala de algunos de estos en el proyecto europeo EU4ALL a lo largo del año 2010. Se espera contribuir a ofrecer soluciones a grandes instituciones educativas, principalmente universidades, para cubrir las necesidades del Espacio Europeo de Educación Superior relativas a un soporte inclusivo centrado en el estudiante. De esta forma, se ofrecen soluciones para lograr la autonomía personal en el ámbito de la educación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la Comisión Europea y al Ministerio español de Ciencia e Innovación la financiación recibida para los desarrollos mencionados en este trabajo a través del proyecto EU4ALL (IST-2006-FP6-034778) y del proyecto A2UN@ (TIN2008-06862-C04-01/TSI) respectivamente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Huber, G.L. [online]. Aprendizaje activo y metodologías educativas. Revista de Educación, número extraordinario 2008: Tiempos de cambio universitario en Europa, pp. 59-81. Disponible en: [http://www.revistaeducacion.mec.es/re2008/re2008\\_04.pdf](http://www.revistaeducacion.mec.es/re2008/re2008_04.pdf)
- [2] Romañach J, Lobato J. [online]. Diversidad Funcional. Comunicación e Discapacidades; 2005. Disponible en: <http://www.forovidaIndependiente.org/node/138>
- [3] Burgos D, Boticario J. G, Petrie H. Learn, not labour. Public Science Review: Science & Technology. Issue 04. Ed. PSCA International Ltd; 2009
- [4] Parlamento Europeo [online]. “Programa de acción en el ámbito del aprendizaje permanente”. JO L 327 of 24.11.06, p.45; 2006. Disponible en: [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2006/l\\_327/l\\_32720061124es00450068.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2006/l_327/l_32720061124es00450068.pdf)

- [5] Proyecto Tuning [Sitio web]. Una introducción a Tuning Educational Structures in Europe: La contribución de las universidades al proceso de Bolonia” (Programa Socrates). Disponible en: [http://tuning.unideusto.org/tuningeu/images/stories/template/General\\_Brochure\\_Spanish\\_version.pdf](http://tuning.unideusto.org/tuningeu/images/stories/template/General_Brochure_Spanish_version.pdf)
- [6] OCDE. The Knowledge-based Economy, Organisation for Economic Co-operation and Development, París; 1996
- [7] DFEE –UK [Sitio web]. Higher Education in the Learning Society - The Report of the National Committee of Inquiry into Higher Education; 1998. Disponible en: <http://www.lifelonglearning.co.uk/dearing/index.htm>
- [8] Bricall J.M. [online]. Informe Universidad 2000, CRUE, Madrid; 2000. Disponible en: <http://www.crue.upm.es>
- [9] Iniciativa de eLearning en Europa [Sitio web] c2009. Disponible en: <http://www.elearningeuropa.info> y [http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/programme\\_en.html](http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/programme_en.html)
- [10] CRUE-TIC: Las TIC en el sistema universitario español [Sitio web]. Evolución (UNIVERSITIC 2008) c2008. Disponible en: [http://crue-tic.uji.es/index.php?option=com\\_remository&Itemid=28&func=select&id=3](http://crue-tic.uji.es/index.php?option=com_remository&Itemid=28&func=select&id=3)
- [11] Ministers of the European Union (EU) Member States and accession and candidate countries, European Free Trade Area (EFTA) countries and other countries adopted a Declaration on eInclusion [actualizado 11-13 Jun 200]. Disponible en: [http://europa.eu.int/information\\_society/events/ict\\_riga\\_2006/doc/declaration\\_riga.pdf](http://europa.eu.int/information_society/events/ict_riga_2006/doc/declaration_riga.pdf)
- [12] Knapper C.K. Copley A. J. Lifelong learning in higher education. (3rd ed.). London: Kogan Page; 2000.
- [13] eInclusion Programme (2007)[Sitio web]. Europe’s Information Society. Activities: eInclusion. Disponible en: [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/einclusion/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/information_society/activities/einclusion/index_en.htm)
- [14] WAB Cluster [Sitio web]. The WAB Cluster is the European Web Accessibility Benchmarking Cluster [citado Sep 2009]. Disponible en: [http://www.supporteam.org/Supporteam/Documentary/accessibility\\_policies.asp](http://www.supporteam.org/Supporteam/Documentary/accessibility_policies.asp)
- [15] LEY ORGÁNICA 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/04/13/pdfs/A16241-16260.pdf>

- [16] UNE 66181 [online]. Norma AENOR sobre la Calidad de la Formación Virtual. Información relacionada disponible en: <http://www.planavanza.es/Noticias/Calidad+de+la+Formaci%C3%B3n+Virtual.htm>
- [17] Ministers of the European Union (EU) Member States and accession and candidate countries, European Free Trade Area (EFTA) countries and other countries adopted a Declaration on e-Inclusion [actualizado 11-13 Jun 200]. Disponible en: [http://europa.eu.int/information\\_society/events/ict\\_riga\\_2006/doc/declaration\\_riga.pdf](http://europa.eu.int/information_society/events/ict_riga_2006/doc/declaration_riga.pdf)
- [18] Boticario, J.G, Santos, O.C. van Rosmalen, P. [online]. “Technological and Management Issues in Providing Adaptive Education in Distance Learning Universities”. Keynote speaker at EADTU Annual Conference, 2005. Disponible en: [https://adenu.ia.uned.es/web/en/system/files/EADTU05\\_TechMngIssuesALMS-jgbosmpvr.pdf](https://adenu.ia.uned.es/web/en/system/files/EADTU05_TechMngIssuesALMS-jgbosmpvr.pdf)
- [19] Boticario, J.G, Pastor, R, Rodríguez, M, Ros, S. [online]. “Tareas y servicios requeridos para afrontar los retos del EEES”. Jornadas Sobre el Uso de las TIC en la UNED 2005. UNED, Madrid, abril 14-15, 2005. Disponible en: [https://adenu.ia.uned.es/web/en/system/files/JornadasTIC05\\_jgb.pdf](https://adenu.ia.uned.es/web/en/system/files/JornadasTIC05_jgb.pdf)
- [20] Boticario J.G, Santos, O.C. [online]. An open IMS-based user modelling approach for developing adaptive learning management systems. Journal of Interactive Media in Education (JIME) September 2007. Disponible en: <http://jime.open.ac.uk/2007/02/>
- [21] Boticario, J.G., Cooper, M. Montandon, L., van Dorp, K-J. [online]. Towards an Open, Standard-based, Reusable and Extensible Architecture of Services for Accessible Lifelong Learning: An Introduction to the EU4ALL Project. Proceedings of the EADTU 2006 Annual Conference: Widening participation and opportunities by e-learning in Higher Education. Tallinn, Estonia, 22 – 24, November 2006. Disponible en: <https://adenu.ia.uned.es/web/en/system/files/EadtuFull-jgbmclmkd06.pdf>
- [22] IEEE 1484 Learning Technology Standards Committee [Sitio web]. Learning Object Metadata (LOM), Final Draft; 2002. Disponible en: [ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](https://www.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)
- [23] Dublin Core Metadata Initiative [Sitio web]. Disponible en: <http://dublincore.org/>

- [24] Advanced Distributed Learning SCORM 2004 Sharable Content Object Reference Model [Sitio web]. Disponible en: <http://www.adlnet.gov/scorm/>
- [25] IMS Global Consortium [Sitio web]. Especificaciones disponibles en: <http://www.imsglobal.org/>
- [26] Olivier B, y Tattersall C. The Learning Design Specification. In R. Koper & C. Tattersall (Eds.), Learning Design: A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training (pp. 21-40): Springer Verlag; 2005.
- [27] Morales J, Santos O.C., Boticario J.G. An approach to standard-based Computer Adaptive Testing. Proceedings of the IEEE International Conference on Advance Learning Technology (ICALT) 2009. IEEE Computer Society Press; 2009
- [28] ISO/IEC 24751. Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training. ISO/IEC 24751-1:2008 Part 1: Framework and reference model. Part 2: "Access for all" ISO PNP (Personal Needs and Preferences). Part 3: "Access for all" digital resource description.
- [29] W3C-WAI [Sitio web]. W3C World Wide Web. Disponible en: <http://www.w3.org/WAI/intro/wcag.php>
- [30] UaProf [Sitio web]. User Agent Profile is a standard defined and maintained by the Open Mobile Alliance (formerly the WAP Forum). Disponible en: <http://www.openmobilealliance.org/tech/affiliates/wap/wap-248-uaprof-20011020-a.pdf>
- [31] Dagger, D., O'Connor, A., Lawless, S., Walsh, E., and Wade, V. P. Service-oriented e-learning platforms: From monolithic systems to flexible services, IEEE Internet Computing 11(3), pp. 28-35; 2007.
- [32] Baldiris S, Santos O.C, Barrera C, Boticario J.G, Vélez, J, Fabregat R [online]. Integration of educational specifications and standards to support adaptive learning scenarios in ADAPTAPlan. International Journal of Computer Science and Applications (IJCSA). Special Issue on New Trends on AI techniques for Educational Technologies. Vol 5, 1, 2008. Disponible en: <http://www.tmrfindia.org/ijcsa/V5I16.pdf>
- [33] Baldoni, M., Baroglio, C., Patti, V., and Torraso, L. (2004). Reasoning about learning object metadata for adapting scorm courseware. L. Aroyo

- and C. Tasso, (Eds) *Engineering the Adaptive Web.*, CS-Report 04-18, Technische Universiteit Eindhoven, pp. 4–13; 2004.
- [34] Santos, O.C., Boticario, J.G., Raffenne, E., Pastor, R. (2007). “Why using dotLRN? UNED use cases”. *FLOSS (Free/Libre/Open Source Systems) International Conference (to be published)*. Jerez de la Frontera, Spainm, 07 – 09 March 2007.
- [35] Kareal, F. and Klema, J.. *Adaptivity in e-learning*. In A. Méndez-Vilas, A. Solano, J. Mesa and J. A. Mesa: *Current Developments in Technology-Assisted Education*, Vol. 1, pp. 260-264; 2006.
- [36] Martin L, Roldán Martínez D, Revilla O, Aguilar M J, Santos O C, Boticario J. G, *Usability in open-source e-Learning Platforms: comparison of Moodle, Sakai and dotLRN based on heuristics*, OpenACS and .LRN conference 2008. *International Conference and Workshops on Community based environments*; 2008.
- [37] Martin, L.; Gutiérrez y Restrepo, E.; Barrera, C.; Rodríguez-Ascaso, A.; Santos, O.C.; Boticario, J.G. *Usability and Accessibility Evaluations along the eLearning Cycle*. *Proceedings of the 8th international conference on web information systems engineering (WISE): workshop on web usability and accessibility (IWWUA 2007)*, *Lecture notes in computer science (LNCS 4832)*, Springer Berlin / Heidelberg, p.453-458; 2007.
- [38] Boticario, J.G, Santos, O.C., (2008). “A Standards-based Modelling Approach for Dynamic Generation of Adaptive Learning Scenarios”, *Journal of Universal Computer Science*, vol. 14, issue 17; pp. 2859-2876; 2008.
- [39] Seale, Jane, Draffan, E.A and Wald, Mike. *Exploring disabled learners’ experiences of e-learning: LEXDIS Project Report*. Southampton, UK, University of Southampton, 161 pp; 2008.
- [40] UNIDIS [Sitio web]. *Centro de Atención a Universitarios con discapacidad (UNIDIS)*. Disponible en: [http://portal.uned.es/portal/page?\\_pageid=93,154331&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,154331&_dad=portal&_schema=PORTAL)
- [41] Cuartero A, Santos O C, Granado J, Raffenne E, Boticario J G. *Management of standard-based User Model and Device Profile in OpenACS*”, OpenACS and .LRN conference 2008. *International Conference and Workshops on Community based environments*, Guatemala City, Guatemala; 2008.

- [42] Santos O. C, Boticario J.G. Users' experience with a recommender system in an open source standard-based learning management system. In proceedings of the 4th Symposium of the WG HCI&UE of the Austrian Computer Society on Usability & HCI for Education and Work (USAB 2008). Lecture Notes in Computer Science - LNCS 5298; Springer Verlag; 2008.
- [43] Boticario J G, Rodríguez-Ascaso A, del Campo E, Saneiro M, Santos O C, "Apoyo personalizado a estudiantes con discapacidad a través del desarrollo de los servicios TIC accesibles en la Educación Superior: Uso del diseño instruccional basado en estándares ", Las VI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria, Alicante; 2008.
- [44] Couchet, J., Santos, O.C., Raffenne, E., Boticario, J.G. "The Tracking and Auditing Module for the OpenACS Framework," in 7th OpenACS / .LRN conference, 2008.
- [45] Hernández J, Baldiris S, Santos O.C., Fabregat R, Boticario J.G. Conditional IMS Learning Design Generation using User Modeling and Planning Techniques. Proceedings of the IEEE International Conference on Advance Learning Technology (ICALT); 2009.
- [46] Bayón A, Santos O.C, Couchet J, Boticario J.G. An architecture for adaptive collaboration support guided by learning design. Proceedings of the International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS 2009): International Workshop on "Adaptive Systems for Collaborative Learning" (IWASCL-2009). IEEE Computer Society Press; 2009.
- [47] Proyecto GRAPPLE [sitio web]. Generic Responsive Adaptive Personalized Learning Environment. Disponible en: [www.grapple-project.org](http://www.grapple-project.org)
- [48] Proyecto FLEXO [sitio web]. Desarrollo de aprendizaje adaptativo y accesible en sistemas de código abierto. Madrid: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Disponible en: <http://www.ines.org.es/flexo>
- [49] Red HEAG [Sitio web]. Higher Education Accessibility Guide. European Agency for Development in Special Needs Education. Disponible en: [www.heagnet.org](http://www.heagnet.org)

- [50] E-Framework [Sitio web]. E-Framework for education and research. Disponible en: <http://www.e-framework.org/>
- [51] The Open Knowledge Initiative [Sitio web]. Office of Educational Innovation and Technology. Disponible en: <http://www.okiproject.org/>
- [52] Fluid [Sitio web]. Inclusive Design Research Centre. Disponible en: <http://fluidproject.org/>