

Capítulo I. Panorama general del proyecto VELOAT

1.1. Introducción

1.1.1. El área de estudio

El uso de tecnologías de información como apoyo para la enseñanza es cada día más importante. Tanto docentes como estudiantes recurren cada vez con más frecuencia a recursos electrónicos para usarlos como medios de comunicación, fuentes de información o herramientas interactivas de aprendizaje. Esta tendencia da origen a un área de estudios para las ciencias computacionales y la pedagogía: el aprendizaje electrónico o *e-learning*.

La evolución de los sistemas de *e-learning* ha sido notable en las últimas tres décadas. En la década de los 70's estos sistemas hacían gran uso de bases de datos, como la mayoría de los sistemas de otros propósitos en esos tiempos. En la década de los 80's surgió el concepto de “ambiente de aprendizaje”, que hizo que los sistemas de *e-learning* se diferenciaran de otros sistemas. Finalmente, la década de los 90's se caracterizó por el uso de Internet, que hasta ahora continúa [Tanaka, 2005].

A principios de los 90's surgió la propuesta de tratar a los recursos educativos como unidades atómicas o auto-contenidas de información, que pueden ser de distintos formatos, estar relacionados con otros recursos, combinarse para formar unidades o recursos más complejos, e intercambiarse o compartirse a través de repositorios. A estas unidades de contenido educativo se les llama objetos de aprendizaje o *learning objects* [Vinha, 2005].

1.1.2. El tema estudiado

El concepto de objeto de aprendizaje tiene bases psicológicas, pedagógicas y computacionales. Desde el punto de vista computacional, un objeto de aprendizaje es visto generalmente como un recurso educativo electrónico, que es empaquetado y descrito por un conjunto de metadatos para poder ser compartido o intercambiado. Existen distintos estándares para el empaquetado y la descripción de estos recursos, así como para el desarrollo de sistemas basados en objetos de aprendizaje. En secciones posteriores de este documento se entra en más detalles sobre los estándares relacionados con el tema. La figura 1.1 muestra un objeto de aprendizaje empaquetado de acuerdo al estándar conocido como IMS CP.

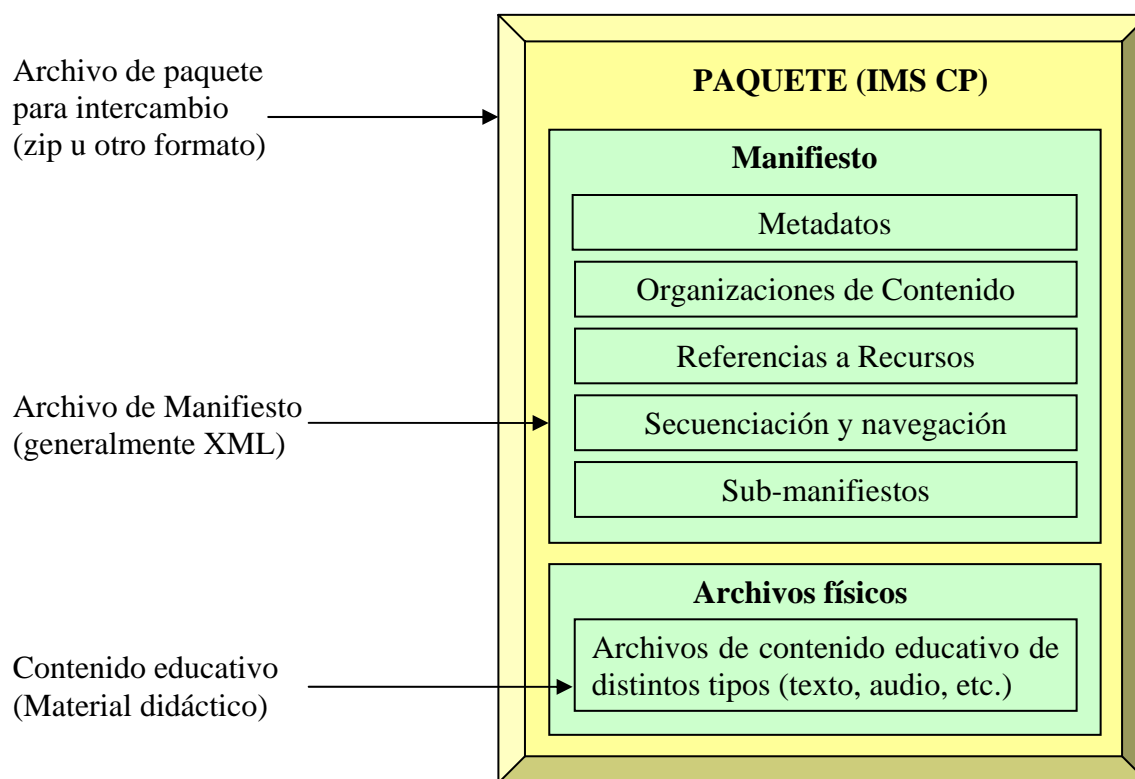


Figura 1.1. Estructura de un objeto de aprendizaje o paquete de contenido educativo

Como se puede observar en la figura 1.1, el estándar IMS CP establece que un objeto de aprendizaje consta de un archivo comprimido, dentro del cual se encuentran materiales didácticos digitales de distintos tipos, además de un archivo especial, el manifiesto, que tiene la función de describir al objeto. El manifiesto es un archivo de etiquetado, generalmente XML, que puede contener distintos tipos de elementos, entre los cuales figuran:

- elementos de metadatos al objeto de aprendizaje
- elementos de información sobre los recursos educativos que contiene
- elementos de organización de estos recursos en actividades educativas
- sub-manifiestos pertenecientes a otros recursos contenidos en el objeto

1.1.3. Trabajo existente

A pesar de que los objetos de aprendizaje surgieron relativamente hace poco tiempo, ya existe mucho trabajo en torno a ellos. A continuación se presenta una clasificación de los distintos tipos de sistemas existentes relacionados con objetos de aprendizaje. Esta clasificación se obtuvo al analizar los tipos de sistemas de los que tratan las fuentes de información y referencias consultadas durante la etapa de investigación de este proyecto.

Herramientas de creación de objetos de aprendizaje (*Authoring Tools*)

Programas que permiten empaquetar y describir contenido educativo en objetos de aprendizaje o recursos más complejos.

Ambientes de ejecución de objetos de aprendizaje (*Runtime Environments*)

Sistemas que cargan y muestran al usuario objetos de aprendizaje previamente creados y empaquetados, además de gestionar el aprendizaje del usuario con los objetos.

Repositorios de objetos de aprendizaje

Sistemas que almacenan y permiten compartir objetos de aprendizaje. Generalmente este tipo de sistemas incluyen herramientas de búsqueda.

Sistemas de objetos de aprendizaje interactivos

Sistemas basados en objetos de aprendizaje que implementan formas creativas e innovadoras de interacción con el usuario.

Sistemas de generación de rutas didácticas o redes de objetos de aprendizaje

Sistemas que construyen redes didácticas de objetos de aprendizaje personalizadas, que respondan distintos enfoques o perspectivas de un mismo tema.

Sistemas de generación de metadatos para objetos de aprendizaje

Sistemas que generan de forma automática o semiautomática metadatos para objetos de aprendizaje.

La clasificación anterior está basada en las funcionalidades de los sistemas, pero independientemente del tipo de sistema, generalmente se hace uso de estándares tecnológicos abiertos en el diseño e implementación de los mismos, con la finalidad de facilitar o garantizar la interoperabilidad entre distintos tipos de sistemas.

Tomando en cuenta la forma en la que se hace uso de estos estándares, se puede obtener otro tipo de clasificación, como se muestra a continuación.

Sistemas totalmente basados en objetos de aprendizaje

Se trata de proyectos en los cuales desde un principio se adopta el concepto de objeto de aprendizaje, y se adopta también el uso de uno o varios estándares tecnológicos relacionados, que se siguen tal como están definidos y en torno a los cuales se desarrolla el software.

Sistemas que sólo hacen uso de estándares relacionados con objetos de aprendizaje

Son sistemas que originalmente no fueron desarrollados basados en el concepto de objeto de aprendizaje, pero que adoptaron el uso de estándares tecnológicos relacionados, debido a que se ajustaban a sus requerimientos.

Sistemas que hacen extensiones a estándares relacionados con objetos de aprendizaje

Sistemas que hacen uso de estándares relacionados con objetos de aprendizaje, pero que los encontraron insuficientes y los ampliaron para adecuarlos a sus requerimientos o contextos específicos.

1.1.4. Definición del problema

Existen muchas problemáticas relacionadas con los objetos de aprendizaje, pero en general todas se resumen en una gran falta de formalización teórica y consensos. Como se apreció en la sección anterior, el trabajo existente es mucho y muy diverso a pesar de que el tema de estudio es relativamente reciente, tanto que ni si quiera se ha adoptado una definición de objeto de aprendizaje que sea aceptada oficialmente por las comunidades de las áreas de la educación y la computación que realizan avances e investigaciones al respecto.

Desde la perspectiva computacional, uno de los retos más importantes de este campo es lograr la interoperabilidad entre sistemas heterogéneos. Por ejemplo, es importante que un repositorio pueda interactuar con sistemas similares para ofrecer a sus usuarios mejores resultados de búsqueda; un sistema generador de rutas didácticas puede elaborar contenidos más complejos si puede obtener recursos de distintas fuentes; y un sistema generador de metadatos puede lograr mejores resultados si es capaz de obtener información del repositorio o contexto donde se encuentre el recurso que se desee describir.

La interoperabilidad entre estos sistemas se facilita o dificulta por factores como la definición de sus modelos de datos y la definición de sus metadatos. Los estándares relacionados con objetos de aprendizaje intentan dar guías de desarrollo en estos u otros sentidos, pero aún hay mucho por hacer. Estos estándares siguen en evolución y muchas veces son insuficientes o inadecuados para cubrir los requerimientos y las demandas particulares de los sistemas actuales y de los nuevos proyectos [Hatala *et al.*, 2004].

Hablando del modelo de datos, para que una institución educativa cuente con un sistema basado en objetos de aprendizaje, ya sea un repositorio, un generador de redes didácticas, o algún otro tipo de sistema más complejo, es preferible que cuente de inicio con ciertas bases que faciliten su desarrollo, como con herramientas de desarrollo de objetos de aprendizaje, o *authoring tools*, que generen objetos de aprendizaje con determinado formato y estructura. Estas herramientas deben basarse en estándares abiertos para garantizar la interoperabilidad de los objetos de aprendizaje generados. Sin ellas no sólo se dificulta la creación de objetos de aprendizaje, sino las pruebas de funcionalidad de los sistemas desarrollados.

Actualmente existen pocas herramientas para creación de objetos de aprendizaje basadas en estándares abiertos, y las que existen no siguen las especificaciones de estos estándares adecuadamente. Esta situación tiene como consecuencia el desarrollo de objetos de aprendizaje que dificultan la interoperabilidad entre sistemas, que es precisamente lo que estos estándares tecnológicos deben evitar.

En cuanto a los metadatos, es notable de inicio la distinción entre dos tipos o categorías de descriptores de recursos educativos y objetos de aprendizaje: los descriptores técnicos y los descriptores de contenido. Los primeros indican características y requerimientos técnicos o computacionales para poder utilizar los recursos, mientras que los segundos describen a los recursos educativos desde un punto de vista didáctico o pedagógico [Pahl *et al.*, 2004].

De acuerdo con la clasificación anterior, un problema importante relacionado con el manejo de metadatos de objetos de aprendizaje es que la mayoría de los estándares actuales definen grandes conjuntos de metadatos de contenido, lo que hace difícil o tedioso su manejo [Greer, 2002]. Además, muchas veces el número de metadatos sobrepasa el tamaño del contenido que describe [Dingley *et al.*, 2002].

En conclusión, las problemáticas abordadas en este proyecto son dos. En primer lugar, la falta de formalización en la teoría sobre objetos de aprendizaje, y en segundo lugar, la presencia de obstáculos para lograr interoperabilidad tecnológica entre sistemas heterogéneos. De estas dos problemáticas, se abordará más profundamente la relacionada con meta tecnológica de la interoperabilidad, debido a que el enfoque de este proyecto es computacional.

1.2. El trabajo desarrollado

1.2.1. Objetivos

Una vez establecidas la situación actual y las distintas problemáticas que rodean al tema de los objetos de aprendizaje, debe ser claro que el desarrollo de sistemas basados en esta tecnología no sólo requiere de esfuerzos conjuntos de profesionales de la pedagogía y la computación, sino también de una estrategia para el desarrollo de sistemas complejos en la que en primer lugar se construyan las bases tecnológicas necesarias.

1.2.1.1. Objetivo general

El objetivo central de este proyecto de tesis es el de sentar esas bases, proporcionando infraestructura tecnológica que permita posteriormente desarrollar sistemas más complejos basados en objetos de aprendizaje multimediales, a través del desarrollo de una aplicación que permita crearlos a partir de archivos de contenido de distintos tipos proporcionados por el usuario, generando sus metadatos y empaquetándolos. Con respecto al tipo de contenido multimedial de los objetos de aprendizaje, se buscó además que el software realizado soportara el uso de algún tipo de tecnología de voz para la creación de contenido educativo, y que deje abierta la posibilidad de seguir aplicando el uso de otras tecnologías de voz en el desarrollo de contenidos de objetos de aprendizaje.

1.2.1.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este proyecto de tesis son los siguientes:

- Estudiar el concepto de objeto de aprendizaje, tanto desde un enfoque general e interdisciplinario, como desde puntos de vista especializados en las áreas de la educación y de la computación.
- Conocer y analizar los avances y proyectos realizados sobre el tema en el área de la computación, prestando especial atención a los asuntos relacionados con interoperabilidad.
- Desarrollar una aplicación que permita crear objetos de aprendizaje o paquetes de contenido educativo multimediales a partir de archivos de distintos formatos.
- Establecer un conjunto de metadatos que describan a los objetos y a los paquetes creados y así faciliten su interacción con distintos tipos de sistemas.
- Desarrollar un módulo generador de valores de metadatos que proporcione una interfaz gráfica de usuario que permita hacer cambios a los valores generados y dar valor a los metadatos restantes que sean necesarios para describir completamente a los recursos creados.
- Identificar los tipos de tecnologías de voz aplicables al desarrollo de objetos de aprendizaje y desarrollar un primer avance de un módulo para el manejo de tecnologías de voz en objetos de aprendizaje.

1.2.2. Justificación

A través de los objetivos presentados se pretenden abordar los problemas definidos anteriormente, proporcionando infraestructura tecnológica para la creación posterior de sistemas más complejos basados en objetos de aprendizaje, facilitando su creación, el manejo de sus metadatos, fomentando el ajuste a estándares, y consecuentemente facilitando la interoperabilidad entre sistemas distintos.

Por un lado, la creación y uso de herramientas de empaquetado y generación de metadatos de objetos de aprendizaje hace menos tediosa la tarea de generar y etiquetar o describir unidades de contenido educativo. Muchas veces los autores de los objetos de aprendizaje son educadores que no tienen los conocimientos técnicos necesarios para usar las tecnologías recomendadas por los estándares actuales y es por eso que no los utilizan, cuando el seguimiento de estos estándares es importante para lograr la meta tecnológica de la interoperabilidad entre distintos tipos de sistemas de objetos de aprendizaje.

Por otro lado, desarrollar objetos de aprendizaje con tecnologías de voz puede tener dos aportaciones importantes. En primer lugar, desde el punto de vista tecnológico, es una forma de trabajar con recursos muy variados, que pueden ser estáticos o interactivos, y que generalmente interactúan con otros sistemas. Es común que los trabajos existentes que manejan contenido interactivo también sugieran extensiones a estándares, ya que permiten identificar deficiencias en los mismos y los hacen evolucionar.

En segundo lugar, desde el punto de vista educacional, las tecnologías de voz se han usado en distintos tipos de enseñanza como el aprendizaje de segundos idiomas, el desarrollo de habilidades de lecto-escritura, terapia de lenguaje o como apoyo auxiliar para personas con capacidades diferentes [Rowden, 1992]. Por esta razón, es interesante e importante tratar de aplicarlas en la creación de recursos educativos electrónicos, como los objetos de aprendizaje.

1.2.3. Bosquejo inicial del sistema desarrollado

Como se comentó en los objetivos, en este proyecto de tesis se desarrolló una herramienta de creación de objetos de aprendizaje o *authoring tool*. Este sistema es accesible desde Internet y consta de tres módulos principales, como se puede ver en la figura 1.2.

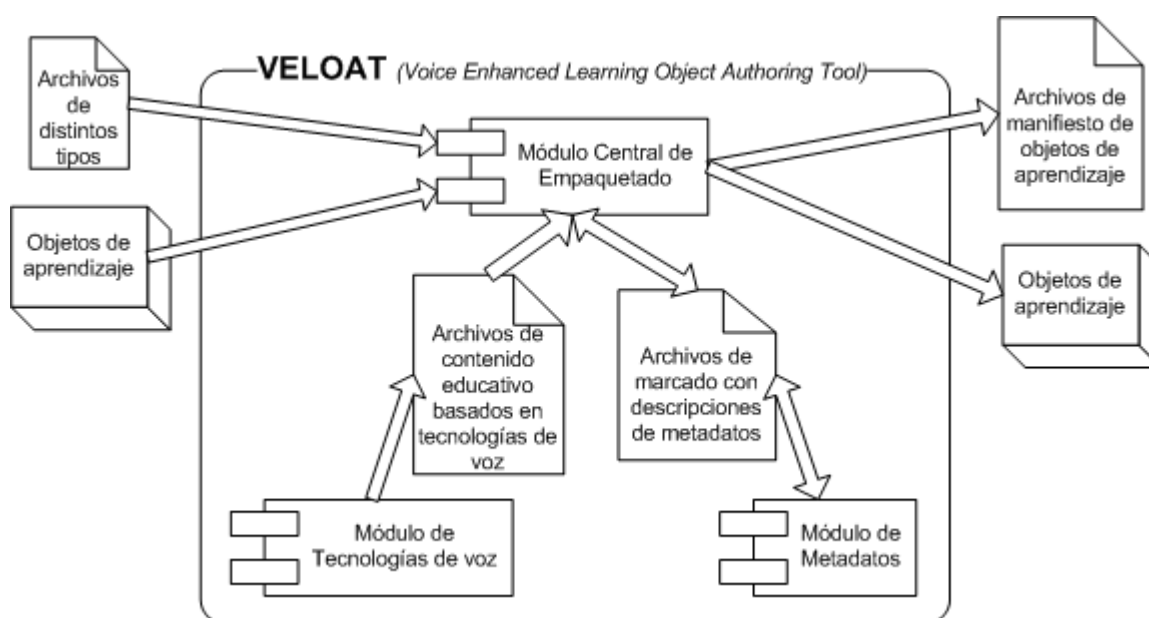


Figura 1.2. Esquema simplificado de la arquitectura del sistema desarrollado

Como se puede observar en la figura 1.2, el sistema tiene el nombre VELOAT, por ser las siglas de *Voice Enhanced Learning Object Authoring Tool*, o Herramienta de Creación de Objetos de Aprendizaje con Voz. A continuación se presenta una descripción general de módulos del sistema, que abarca aspectos como sus funciones principales, su papel en el proyecto, y sus tipos de entradas y salidas.

1.2.3.1. Módulo de creación

El primer módulo, el módulo central, se encarga de la definición y empaquetado de objetos de aprendizaje. Este módulo tiene dos posibles tipos de entrada. La primera consiste de archivos de contenido educativo de distintos tipos, previamente creados y proporcionados por el usuario. A partir de esta entrada el usuario puede definir recursos educativos que consten de varios archivos, y opcionalmente también puede definir organizaciones de contenido educativo que presenten al usuario final dichos recursos en forma de jerarquías de actividades, tareas o temas.

El otro tipo de entrada a este módulo del sistema es la de objetos de aprendizaje previamente creados, ya sea en la forma de un archivo de etiquetado, el manifiesto; o empaquetados, en la forma de un archivo comprimido que contenga en su interior tanto archivos de contenido educativo como archivos de etiquetado adicionales que describan a los de contenido. En estos dos casos, el sistema se encargará de analizar la entrada y de mostrar su contenido al usuario para que la edite si así lo desea, ya sea agregando, modificando o quitando recursos educativos y organizaciones de contenido.

Las salidas de este módulo también pueden ser de dos tipos distintos. Toda la información generada por el mismo puede guardarse en un solo archivo de etiquetado que cumpla la función de manifiesto, o se puede generar en base a dicha información el paquete de contenido educativo que incluya tanto los archivos de contenido como los de etiquetado o descripción de contenido que sean necesarios. Este paquete es un archivo comprimido y finalmente un objeto de aprendizaje.

1.2.3.2. Módulo de metadatos

El segundo módulo se encarga del manejo de metadatos de objetos de aprendizaje. Consiste en un editor para crear y modificar descripciones en base a estándares tecnológicos que definan conjuntos de metadatos para recursos educativos. La entrada a este módulo es un documento de etiquetado que contenga la descripción a mostrar y editar. Una vez generados, mostrados y editados los metadatos, este módulo tiene como salida el documento de etiquetado actualizado con los cambios realizados por el usuario.

A pesar de no ser el módulo central del sistema, el módulo de metadatos es el módulo más grande de este proyecto, y uno de los que probablemente sea de más utilidad en trabajos a futuro. Por esta razón, se hizo especial énfasis en su diseño para que pueda ser reutilizable y extensible, y para que se puedan desarrollar módulos parecidos que implementen el manejo de metadatos en base a otros estándares, tomando como esquema o *framework* el diseño del módulo de metadatos desarrollado. Otra meta importante para este módulo es que pueda ser usado tanto desde el módulo central de VELOAT como de manera independiente en otros proyectos.

Este módulo, como parte del sistema desarrollado, permite crear descripciones o conjuntos de metadatos a nivel de archivos de contenido, recursos educativos, actividades, organizaciones de contenido, o a nivel global (paquete u objeto de aprendizaje). Independientemente de si se use como parte del sistema desarrollado o en otro contexto, en el caso de la creación de descripciones a nivel de archivos de contenido, este módulo puede configurarse para generar automáticamente un conjunto de valores para algunos metadatos técnicos en base al contenido de los archivos, valores que pueden ser modificados por el usuario una vez mostrados por la interfaz gráfica de usuario de este módulo.

1.2.3.3. Módulo de tecnologías de voz

El tercer módulo se dedica al manejo de tecnologías de voz aplicables al desarrollo de contenido educativo. Es importante resaltar que el software desarrollado no tiene la finalidad de generar archivos de contenido educativo, sino que éstos son la entrada al módulo central del mismo. Los únicos tipos de archivo de contenido que el sistema puede generar, son los relacionados con tecnologías de voz. El trabajo a realizar para este módulo fue identificar los distintos tipos de tecnologías de voz aplicables al desarrollo de objetos de aprendizaje y hacer un primer avance en este módulo eligiendo un tipo de tecnología y creando un sub-módulo del mismo, que permita crear contenido educativo basado en un tipo de tecnología de voz, y que este contenido pueda ser manejado en objetos de aprendizaje.

1.2.3.4. *Uso de los objetos creados en otros sistemas*

Como se verá más adelante, el modelo de datos de VELOAT está completamente basado en un estándar tecnológico que tiene como objetivo facilitar la interoperabilidad con otros sistemas y la reutilización de los paquetes de contenido educativo y archivos de manifiesto que genera. Estos paquetes y archivos de manifiesto pueden constituir un tipo de entrada para otros sistemas basados en el mismo estándar tecnológico en el que se basa VELOAT, inclusive en casos en los que estos sistemas no tengan el mismo propósito de crear paquetes de contenido educativo, como se muestra en la figura 1.3.

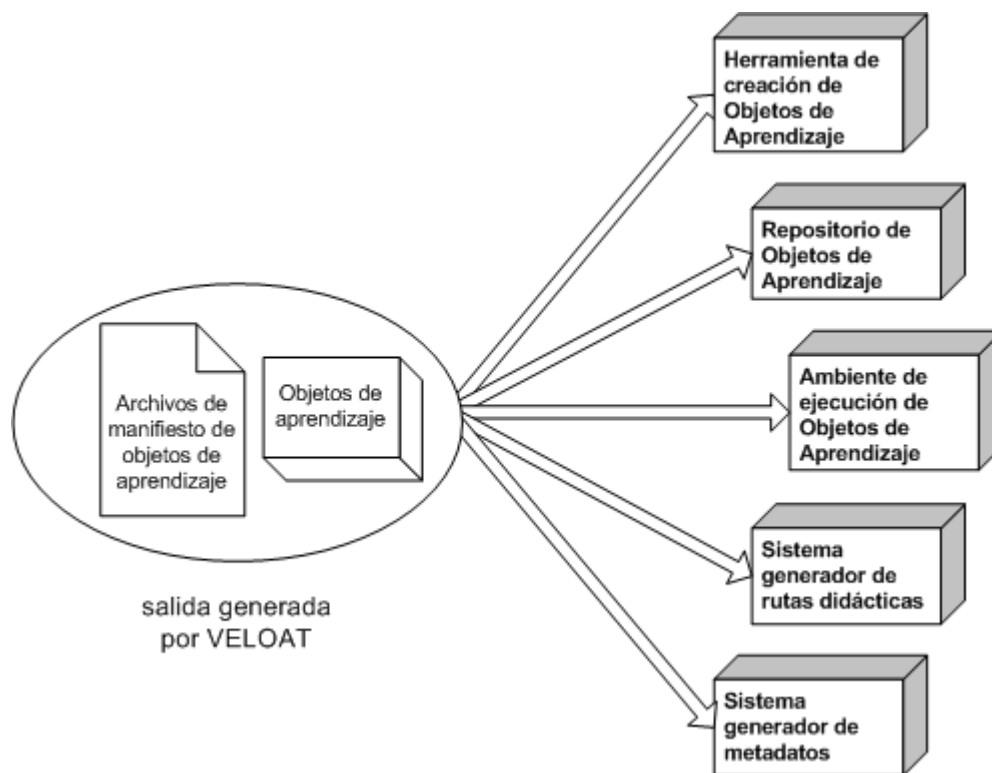


Figura 1.3. Uso de los objetos creados por VELOAT en otros sistemas

1.2.4. Alcances y limitaciones

A continuación se definen los factores principales que delimitaron el desarrollo de este proyecto. En primer lugar se presentan los alcances y en segundo lugar las limitaciones más importantes para el mismo.

1.2.4.1. Alcances del proyecto

Los siguientes puntos determinan de manera general el alcance del proyecto:

- El estándar en el que se basa este proyecto es SCORM (*Shareable Courseware Objects Reference Model*), debido a que es un estándar especializado en el área de la educación, e incluye como parte de sus especificaciones, extensiones o delimitaciones de estándares como LOM e IMS CP, que son estándares importantes relacionados con metadatos y empaquetado de objetos de aprendizaje, respectivamente.
- No se contempla la creación de un repositorio de objetos de aprendizaje o de algún otro tipo de sistema adicional, siendo la meta de este proyecto sentar las bases y proporcionar infraestructura para poder desarrollarlos en el futuro.
- La creación de archivos de contenido educativo queda fuera del alcance de este proyecto, a excepción de los generados por el módulo de tecnologías de voz, siendo el principal objetivo desarrollar un sistema que permita a los educadores organizar dichos archivos en recursos y jerarquías de actividades para el aprendizaje.
- El subconjunto de metadatos para los cuales se implementó la generación de valores de metadatos se definió en el transcurso de la etapa de investigación de este proyecto.

- Debido a que el enfoque del proyecto es computacional, el módulo generador de metadatos del sistema desarrollado trabaja sobre un conjunto de metadatos técnicos, y por lo tanto, es semiautomático. Se deben definir manualmente valores para metadatos de naturaleza educativa o metadatos técnicos cuyos valores adecuados sean difíciles de obtener computacionalmente.
- El tipo de tecnología de voz a manejar en este proyecto se definió durante la etapa de investigación del mismo, en base a factores como la calidad y la facilidad de creación de contenido educativo que las distintas tecnologías de voz ofrecen.
- Se tuvo acceso a herramientas y sistemas desarrollados por terceros para probar la compatibilidad con los estándares usados, como RELOAD, una herramienta de creación de objetos de aprendizaje basada en SCORM e IMS; y el ambiente de ejecución de objetos de aprendizaje de muestra de SCORM, el *SCORM Sample Runtime Environment*.

1.2.4.2. Limitaciones del proyecto

Los siguientes puntos determinan las limitaciones más importantes de este proyecto:

- Algunos factores, como la duración del proyecto y los recursos tecnológicos disponibles, limitaron la complejidad del sistema desarrollado.
- El módulo de tecnologías de voz del sistema desarrollado no quedó completamente terminado al fin de este proyecto. Sólo se trabajó sobre un tipo de tecnología de voz y se dejó abierta la posibilidad de agregar en el futuro nuevas funcionalidades basadas en otros tipos de tecnologías de voz adicionales a la elegida.

- Para el desarrollo del módulo generador de metadatos, no se contempla el manejo de metadatos de naturaleza educativa, debido a que sus valores son difíciles de obtener por medios computacionales, a que se recomienda en muchos casos que se llenen manualmente, y a que este proyecto no es abordado desde el punto de vista pedagógico.
- La mayoría de las referencias sobre el tema de los objetos de aprendizaje está en forma de artículos de investigación, existen muy pocas publicaciones en formato de libros, lo que podría dificultar la el acceso y la obtención de información sobre el tema.

1.2.5. Hardware y software utilizados

A continuación se presentan los requerimientos tecnológicos de este proyecto, los recursos necesarios se clasifican en hardware y software.

1.2.5.1. Requerimientos de hardware

En cuanto a hardware, fue necesario contar con un equipo de desarrollo para el proyecto que ofreciera recursos de memoria, almacenamiento y procesamiento adecuados para la ejecución eficiente del software utilizado y desarrollado. El equipo de desarrollo contó con 512 MB de Memoria RAM, procesador de 2.4 GHz, y 40 GB de espacio en disco duro. Además se contó con equipos del laboratorio ICT de mejores características, los cuales se utilizaron para la etapa de pruebas.

1.2.5.2. Requerimientos de software

En cuanto a software, el lenguaje de programación es Java. Se hizo uso de IDE's como *JBuilder Foundation*, o *JCreator* y *Sun Java Studio*. Se contó con un servidor Web, el Servidor HTTP de Apache, y con la tecnología *Java Web Start*, para que el sistema desarrollado pueda ser accedido desde Internet. Para el módulo de tecnologías de voz se utilizó *Java Media Framework*. Para el manejo de XML se usó el proyecto *XMLBeans* de *Apache*. Todo el software utilizado es gratuito o está disponible en los laboratorios o salas de cómputo de la universidad.

1.2.3. Organización del documento

El presente documento consta de los siguientes elementos:

- Capítulo 1 - Presenta información general del proyecto de tesis.
- Capítulo 2 - Expone las bases teóricas y el estado del arte del tema estudiado.
- Capítulo 3 - Presenta los requerimientos tecnológicos y la metodología seguida.
- Capítulo 4 - Trata sobre el diseño y la implementación del software desarrollado.
- Capítulo 5 – Presenta metodologías y resultados de pruebas de software.
- Capítulo 6 - Expone conclusiones y trabajo a futuro.
- Anexos - Documentos con información adicional o de soporte.
- Bibliografía - Referencias y fuentes de información consultadas.