

Prototipo de un sistema gestor de objetos de aprendizaje para ciencias agrícolas (SIGEOACA)*

Prototype of a learning objects management system for agricultural sciences (SIGEOACA)

Ivonne del Rosario Montes Tierrablanca¹, José Luis García Cué^{1§}, David H. del Valle Paniagua¹ y Reyna Carolina Medina Ramírez²

¹Colegio de Postgraduados- Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco, km. 36.5. Estado de México, México. CP. 56230. Tel. 52 5558045900, ext. 1414. (ivonne.montes@colpos.mx; jlgcue@colpos.mx; dhvalle@colpos.mx). ²Edificio Carlos Graef T-163, Av. San Rafael Atlixco Núm. 186. Col. Vicentina Iztapalapa, México D. F. CP. 09340. (cmed@xanum.uam.mx). [§]Autor para correspondencia: jlgcue@colpos.mx.

Resumen

El trabajo tiene por objetivo diseñar un prototipo para un sistema gestor de objetos de aprendizaje para ciencias agrícolas (SIGEOACA), así como el repositorio correspondiente. Ambos, enfocados a cursos de capacitación en el CP como el de introducción a la estadística para ciencias agrícolas. Para este fin, se realizó una revisión de conceptos sobre objetos de aprendizaje, así como de estándares internacionales educativos e informáticos bajo los cuales se diseñan. Después, se describió la metodología empleada para el desarrollo del SIGEOACA, apoyada tanto en software para la educación, como en conceptos y buenas prácticas de la ingeniería de software. Se describen cada una de las fases propuestas en el desarrollo del sistema. Al final se muestran la estructura de la base de datos, el mapa general de navegación, algunas interfaces y la forma en que se hacen portables los objetos de aprendizaje. El sistema web propuesto es escalable y portable considerando las necesidades en el CP, así como cambios que pueden proponer en la estructura de objetos de aprendizaje.

Palabras clave: informática educativa, objetos de aprendizaje, SIGEOACA, sistema web.

Abstract

The objective of this work is to design a prototype for a learning object management system for agricultural sciences (SIGEOACA), as well as the corresponding repository. Both focused on training courses in the CP as the introduction to statistics for agricultural sciences. For this purpose, a review was made of concepts about learning objects, as well as international educational and computer standards under which they are designed. Next, it was described the methodology used for the development of SIGEOACA, supported both in software for education, and in concepts and good practices of software engineering. Each of the phases proposed in the development of the system is described. At the end, the database structure, the general navigation map, some interfaces and the way in which learning objects are made portable are shown. The proposed web system is scalable and portable considering the needs in the CP, as well as changes that can be proposed in the structure of learning objects.

Keywords: educational computing, learning objects, SIGEOACA, web system.

* Recibido: enero de 2017
Aceptado: febrero de 2017

Introducción

El Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (CP) es una institución de investigación, enseñanza y vinculación que contribuye al mejoramiento agroalimentario de México, tiene siete *campi* en estados como Campeche, Estado de México, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz cubriendo tanto regiones tropicales como aquellas que son áridas (COLPOS, 2013). Desde el año 1967, el CP ha sido pionero en el manejo de computadoras dando apoyo a la Secretaría de Agricultura de México para análisis matemáticos, estadísticos y administrativos; actualmente, utiliza las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en todos sus programas de posgrado, formación continua de profesores y capacitación de productores agrícolas (Santizo, 2001). Las TIC que utiliza son computadoras, Internet, equipos de video conferencias, pizarras digitales, plataformas educativas MOODLE y Blackboard, entre otros (García-Cué *et al.*, 2009). En la actualidad el CP cuenta con la capacidad de infraestructura y disponibilidad a la mejora continua en los procesos educativos.

En el postgrado de cómputo aplicado del *campus* Montecillo del CP, en el Estado de México se buscan constantemente estrategias que apoyen a los procesos enseñanza-aprendizaje a través de la elaboración de software que se adapte a las necesidades de formación en ciencias agrícolas. Una de estas estrategias se hizo a través de un proyecto de educación interinstitucional CP-UNAM para impartir cursos apoyados de TIC y de software elaborado a través de distintos lenguajes de programación como HTML, Java, Java Script, Visual Basic, etc., para los cursos regulares de introducción a la estadística e introducción a los diseños experimentales (García y Santizo, 2009).

Dichos programas están publicados en la dirección <http://colposfesgaleon.com>. Los contenidos se siguen utilizando actualmente. También, se han hecho otras propuestas, de forma cronológica sobresalen las de un modelo de educación vía Internet (García *et al.* 1998), gestión vía web de una memoria de recursos didácticos considerando su naturaleza semántica (Hernández-Ramón *et al.*, 2012), material didáctico preparado con u-books y realidad virtual (López-Cuevas, 2013) y un sistema diseñado para la enseñanza de sistemas de información en universidades y escuelas (Cisneros, 2014), entre otras.

Introduction

The College of Postgraduates in Agricultural Sciences (CP) is a research, teaching and linking institution that contributes to the improvement of agri-food in Mexico, has seven *campi* in states such as Campeche, State of México, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco and Veracruz covering both tropical regions such as those that are arid (COLPOS, 2013). Since 1967, the CP has been a pioneer in the management of computers supporting the Mexican Secretariat of Agriculture for mathematical, statistical and administrative analysis; (TIC) in all of its postgraduate programs, continuing teacher training and training of agricultural producers (Santizo, 2001). The TIC used are computers, internet, video conferencing equipment, digital whiteboards, educational platforms MOODLE and Blackboard, among others (García-Cué *et al.*, 2009). At present the CP has the capacity of infrastructure and availability to the continuous improvement in the educational processes.

In the postgraduate course of applied computation of the CP *campus* Montecillo, the State of Mexico constantly seeks strategies that support the teaching-learning processes through the development of software that suits the needs of training in agricultural sciences. One of these strategies was done through an inter-institutional education project CP-UNAM to provide TIC-supported courses and software developed through different programming languages such as HTML, Java, Java Script, Visual Basic, etc., for regular introduction courses to statistics and introduction to experimental designs (García and Santizo, 2009).

These programs are published at <http://colposfesgaleon.com>. The contents are still used today. Also, other proposals have been made, chronologically, those of an education model via the Internet (García *et al.* 1998), web management of a didactic resource memory considering its semantic nature (Hernández-Ramón *et al.*, 2012), teaching material prepared with U-books and virtual reality (López-Cuevas, 2013) and a system designed for teaching information systems in universities and schools (Cisneros, 2014), among others.

For the identification of the existing needs in the College of Postgraduates in the field of computational systems, an analysis was made to know if in the CP, tools or software are required that contributes to the structuring and construction

Para la identificación de las necesidades existentes en el Colegio de Postgraduados en materia de sistemas computacionales, se hizo un análisis para saber si en el CP, se requieren herramientas o software que coadyuve a la estructuración y construcción de materiales educativos. En septiembre de 2014, se propuso un trabajo reuniendo a directivos, docentes, alumnos y trabajadores administrativos para escucharlos y buscar juntos soluciones con respecto a este problema y al uso de las TIC. Como resultado se obtuvieron diferentes diagramas de fuerzas, uno de Ishikawa, así como diferentes análisis a través de histogramas de Pareto, se siguió la metodología propuesta por Gento (1998). Los resultados destacan que no se están incluyendo adecuadamente las TIC en los cursos de postgrado, la falta de cursos de capacitación sobre tecnología, pedagogía y didáctica, así como una mala motivación de los profesores para emplear las tecnologías.

Para dar solución a esto, se buscaron opciones que fueran innovadoras y se han seleccionado los objetos de aprendizaje (OA). Una de las razones importantes es porque no se ha experimentado con ellos y tampoco hay publicaciones al respecto en el CP. Más adelante, se procedió a investigar más sobre éste tema. Se destacan algunas definiciones que han ido evolucionando con el paso del tiempo: Wayne (2002) considera a los OA como material educativo en pequeñas unidades, capaz de conectarse entre sí, para desarrollar piezas de aprendizaje fácilmente interoperables. Wiley (2002) explica que los OA son cualquier recurso digital que puede ser reutilizado para apoyar el aprendizaje.

IEEE (2002) los describe como una entidad digital o no digital que puede ser utilizada, reutilizada o referenciada durante el aprendizaje apoyado en la tecnología. Varas (2003) expresa que los OA son piezas individuales auto-contenidas y reutilizables que sirven a fines instruccionales, deben estar albergados y organizados en metadatos, de manera tal que el usuario pueda identificarlos, localizarlos y utilizarlos para propósitos educacionales en ambientes basados en Web, con componentes como: objetivo instruccional, contenido, actividad de estrategia de aprendizaje, evaluación.

Miller (2004) explica que los OA son unidades, en general, de extensión reducida, que apuntan a desarrollar uno varios componentes de una competencia y que pueden presentar una diversidad de formatos e incluir recursos muy variados, (texto, figura, video, noticia, ejercicio práctico, simulación, juego serio, caso, poema, tema musical, objeto unitario, SMS, foros, etc). Chiapee (2009) considera a los OA como

of educational materials. In September 2014, a work was proposed bringing together a group of managers, teachers, students and administrative workers to listen to them and seek solutions together regarding this problem and the use of TIC. As a result different force diagrams were obtained, one from Ishikawa, as well as different analyzes through Pareto histograms, the methodology proposed by Gento (1998) was followed. The results highlight that TIC are not being properly included in postgraduate courses, lack of training courses on technology, pedagogy and didactics, as well as poor motivation of teachers to use the technologies.

To solve this, we searched for options that were innovative and selected learning objects (OA). One of the important reasons is because it has not been experimented with and there are no publications on the subject in the CP. Later, further research on this topic was undertaken. Some definitions that have evolved over time are highlighted: Wayne (2002) considers OA as an educational material in small units, capable of connecting with each other, to develop easily interoperable learning pieces. Wiley (2002) explains that OAs are any digital resource that can be reused to support learning.

IEEE (2002) describes them as a digital or non-digital entity that can be used, reused or referenced during technology-based learning. Varas (2003) states that OA are self-contained and reusable individual pieces that serve instructional purposes, must be housed and organized in metadata, so that the user can identify, locate and use them for educational purposes in web-based environments, with components such as: instructional goal, content, learning strategy activity, evaluation.

Miller (2004) explains that OAs are units, generally small in scope, that aim to develop one or several components of a competition and that can present a variety of formats and include a variety of resources (text, figure, video, news, practical exercise, simulation, serious game, case, poem, musical theme, unit object, SMS, forums, etc). Chiapee (2009) considers OA as a digital, self-contained and reusable entity with a clear educational purpose, made up of at least three editable internal components: contents, learning activities and contextual elements.

As a complement, learning objects must have an (external) structure of information that facilitates their identification, storage and retrieval: metadata.

una entidad digital, autocontenible y reutilizable, con un claro propósito educativo, constituido por al menos tres componentes internos editables: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización.

Aguilar *et al.* (2004), Osondon and Castillo (2006), Plan Ceibal (2009), Cabrera (2014) list the elements that a learning object must contain. In the Table 1 shows a comparison between these.

Cuadro 1. Elementos propuestos para formar parte del objeto de aprendizaje.

Table 1. Elements proposed to be part of the learning object.

Autor	Introducción	Teoría	Actividades	Evaluación	Metadatos	Colaboración
Aguilar <i>et al.</i> (2004)		X	X	X		X
Osondón y Castillo (2006)	X	X	X	X	X	X
Plan Ceibal (2009)		X	X	X		
Cabrera (2014)	X	X	X	X	X	X

X= es el elemento que sugiere cada autor. Aguilar *et al.* (2004); Osondón y Castillo (2006); Plan Ceibal (2009); Cabrera (2014).

A manera de complemento, los objetos de aprendizaje han de tener una estructura (externa) de información que facilite su identificación, almacenamiento y recuperación: los metadatos. Aguilar *et al.* (2004), Osondón y Castillo (2006), Plan Ceibal (2009), Cabrera (2014) hacen una lista de los elementos que debe contener un objeto de aprendizaje. El Cuadro 1 muestra un comparativo entre estas.

Para la parte de los metadatos la IEEE (2002) explica que hay estándares Internacionales. Menéndez *et al.* (2010) hacen una lista de estos estándares: alianza de las redes de redacción y de enseñanza remotas para Europa (ARIATNE); iniciativa central de metadatos de Dublín (DCMI); instituto para ingenieros eléctricos y electrónicos que aprenden el comité de estándares de la tecnología (IEEE) y el metadata del objeto que aprende - (LOM) y el modelo sharable del objeto de contenido compartido (SCORM).

De la IEEE LOM V1.0 se destacan nueve elementos (IEEE, 2002): a) general. Información que describe a los objetos de aprendizaje en un todo; b) ciclo de vida. Características relacionadas con la historia y el estado actual de los OA y todos de los que fueron afectados durante su evolución; c) metadatos. Información del metadata mismo; d) técnica. Requisitos y características de los OA: formato, tamaño, localización y requisitos. Comentarios para la instalación, otros requisitos para la plataforma y duración: i) educacional. Características educacionales y pedagógicas de los OA; ii) derechos. Contiene la propiedad intelectual y condiciones para el uso de los OA; iii) relación. Características que definen la relación entre los OA y otros relacionados; iv) anotación. Provee comentarios sobre el uso educativo de los OA y la información de cuándo y a través de quien se crearon los comentarios.

For the part of the metadata the IEEE (2002) explains that there are international standards. Menéndez *et al.* (2010) make a list of these standards: alliance of remote instructional authoring and distribution networks for Europe (ARIATNE); dublin core meta data initiative (DCMI); Institute for electrical and electronic engineers learning technology standards committee (IEEE) and the learning object metadata (LOM) and sharable content object reference model (SCORM).

Of the IEEE LOM V1.0 features nine elements (IEEE, 2002): a) general. Information describing learning objects as a whole; b) lifecycle. Characteristics related to the history and current state of OA and all of those that were affected during its evolution; c) metadata. Metadata information itself; e) technique. OA requirements and characteristics: format, size, location and requirements. Comments for installation, other platform requirements and duration: i) educational. Educational and pedagogical characteristics of OA; ii) rights. Contains the intellectual property and conditions for the use of OA; iii) relationship. Characteristics that define the relationship between OA and other related; iv) annotation. Provides comments on the educational use of OAs and information on when and through whom comments were made.

Classification of categories. They describe OA according to a particular classification system. From the above, we can see that the definition of OA is heterogeneous, some of them are focused on TIC and some more on didactic and educational materials. For this reason, the following definition was proposed for the development of this project: "an object of learning (OA) is an interactive, self-contained, reusable digital archive with an educational purpose, made up of at

Clasificación de categorías. Describen a los OA de acuerdo a un sistema de clasificación particular. De lo anterior, se puede constatar que la definición de los OA es heterogénea, algunas de estas se enfocan a las TIC y otras más a materiales didácticos y educativos. Por tal motivo para el desarrollo de este proyecto se propuso la siguiente definición basada en todas las anteriores: “un objeto de aprendizaje (OA), es un archivo digital interactivo, autocontenido, reutilizable, con un propósito educativo, conformado por al menos cuatro partes: contenido, actividades de aprendizaje, evaluación y con uno o más identificadores (metadatos) que servirán para su posterior búsqueda y utilización, capaz de ensamblarse en diferentes situaciones de enseñanza- aprendizaje y puede ser utilizado dentro de un modelo instruccional propio de cualquier institución educativa para la elaboración de materiales de cualquier curso”.

Más adelante, se buscaron investigaciones sobre sistemas que manejan OA en otras universidades mexicanas con especialidades agrícolas. Se distinguieron repositorios de materiales de objetos bibliográficos con enlaces a documentos pdf, de trabajos de tesis pero no uno específico para la enseñanza de temas agrícolas que cumplan con todas las especificaciones de OA de acuerdo a las normas internacionales.

Después todo lo anterior surge la siguiente pregunta: ¿se pueden diseñar objetos de aprendizaje como apoyo a cursos de capacitación y un repositorio de estos que sirvan para la formación de recursos humanos en ciencias agrícola en el Colegio de Postgraduados (CP)? Para resolver la cuestión se planteó un trabajo de investigación que tuvo por objetivo diseñar un prototipo de un sistema gestor de objetos de Aprendizaje para ciencias agrícolas (SIGEOACA) y un repositorio como apoyo a cursos de capacitación en el CP. El supuesto a comprobar fue “en el CP se pueden proponer objetos de aprendizaje basados en un estándar internacional y un repositorio para ser utilizados para la formación de recursos humanos y capacitación en ciencias agrícolas”.

El SIGEOACA, permitirá el diseño de cursos y con esto cumplir con una sugerencia de la misión del CP, que es refrendar el compromiso de educar y formar personas creativas, compartir los resultados de la investigación generadora de conocimiento y mejorar la calidad de vida de la sociedad.

least four parts: content, learning activities, evaluation and with one or more identifiers (metadata) that will be used for later search and use, able to be assembled in different teaching-learning situations and can be used within an instructional model of any educational institution for the elaboration of materials of any course”.

Later, research was sought on systems that handle OA in other mexican universities with agricultural specialties. We distinguished repositories of bibliographic objects with links to pdf documents, thesis works but not one specific for the teaching of agricultural subjects that meet all OA specifications according to international norms.

After all of the above, the following question arises: can learning objects be designed to support training courses and a repository of these that serve to train human resources in agricultural sciences at the Postgraduate College (CP)? In order to solve the question, a research work was proposed that aimed to design a prototype of a system of learning objects for agricultural sciences (SIGEOACA) and a repository to support training courses in the CP. The assumption to check was “in the CP can be proposed learning objects based on an international standard and a repository to be used for training human resources and training in agricultural sciences”.

The SIGEOACA, will allow the design of courses and with this to fulfill a suggestion of the mission of the CP, which is to endorse the commitment to educate and train creative people, share the results of research generating knowledge and improve the quality of life of the society.

The SIGEOAA will have a defined structure and tools specifically developed to work on learning objects, which, given their nature, provide units or information elements independent of a specific context, allowing reuse in various areas, for the purpose of developing, using and Share information and content with other users of the CP.

Materials and methods

The prototype of the system was based on models used to construct software applied to education and also on concepts and good practices of software engineering such as Lawrence (2010); Peña (2006); Alonso *et al.* (2005). Figure 1 shows the proposal for SIGEOACA.

El SIGEOAA contará con una estructura definida y herramientas desarrolladas específicas para trabajar objetos de aprendizaje, los cuales dada su naturaleza proporcionan unidades o elementos de información independientes de un contexto específico, que permite la reutilización en diversas áreas, con el propósito de elaborar, usar y compartir la información y los contenidos con otros usuarios del CP.

Materiales y métodos

El prototipo del sistema se basó en modelos empleados para construir software aplicado a la educación y también en conceptos y buenas prácticas de ingeniería de software como los de Lawrence (2010); Peña (2006); Alonso *et al.* (2005). La Figura 1 muestra la propuesta para el SIGEOACA.

Fase 1. Análisis: se realizó una revisión de literatura para la identificación de los objetos de aprendizaje, su parte pedagógica, tecnológica y los estándares internacionales usados en metadatos.

Se hizo un estudio para conocer las opiniones de profesores, alumnos, directivos y trabajadores administrativos sobre los cursos apoyados de TIC y distinguir la problemática actual. Se utilizaron técnicas de calidad educativa (Gento, 1998) con diagramas de fuerzas, Ishikawa e histogramas de Pareto. Se identificó la necesidad que tiene el CP de contar con un sistema informático web que permita construir objetos de aprendizaje y un repositorio de éstos como apoyo a cursos de capacitación en ciencias agrícolas.

Requerimientos: interface que le permita a los usuarios la elaboración de los objetos de aprendizaje basados en un estándar internacional y que sea vía web. Base de datos que contenga la información para de los objetos de aprendizaje. Interfaces que comuniquen a los usuarios con la base de datos del repositorio vía web.

Fase 2. Diseño: el SIGEOACA ofrece: una herramienta informática para el desarrollo de OA, bajo estándares internacionales de desarrollo (IEEE); un repositorio con acceso público para los AO creados por docentes e investigadores en el área agrícola; un sistema web el cual fomenta el trabajo colaborativo para el intercambio de conocimiento a nivel mundial; la estructura general SIGEOACA se muestra en un mapa conceptual (Figura 2) y su arquitectura (Figura 3).

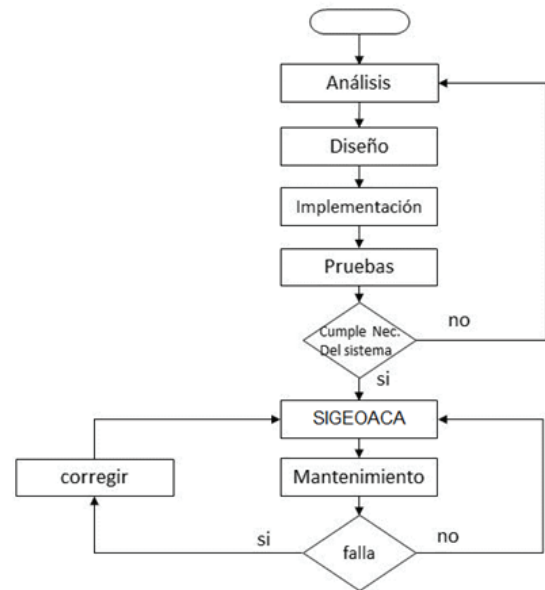


Figura 1. Prototipo para el SIGEOACA.
Figure 1. Prototype for SIGEOACA.

Phase 1. Analysis: a literature review was made for the identification of learning objects, their pedagogical, technological and international standards used in metadata.

A study was done to know the opinions of teachers, students, managers and administrative workers on the supported courses of TIC and to distinguish the current problematic. The educational quality techniques were used (Gento, 1998) with force diagrams, Ishikawa and Pareto histograms. The need was identified for the CP to have a web-based computer system to build learning objects and a repository of these as support for training courses in agricultural sciences.

Requirements: interface that allows users to elaborate learning objects based on an international standard and that is via the web. Database containing information for learning objects. Interfaces that communicate to the users with the database of the repository via web.

Phase 2 Design. The SIGEOACA offers: a computer tool for the development of OA, under international development standards (IEEE); a repository with public access to the AO created by teachers and researchers in the agricultural area; a web system that fosters collaborative work for the exchange of knowledge worldwide; the general structure SIGEOACA is shown in a conceptual map (Figure 2) and its architecture (Figure 3).

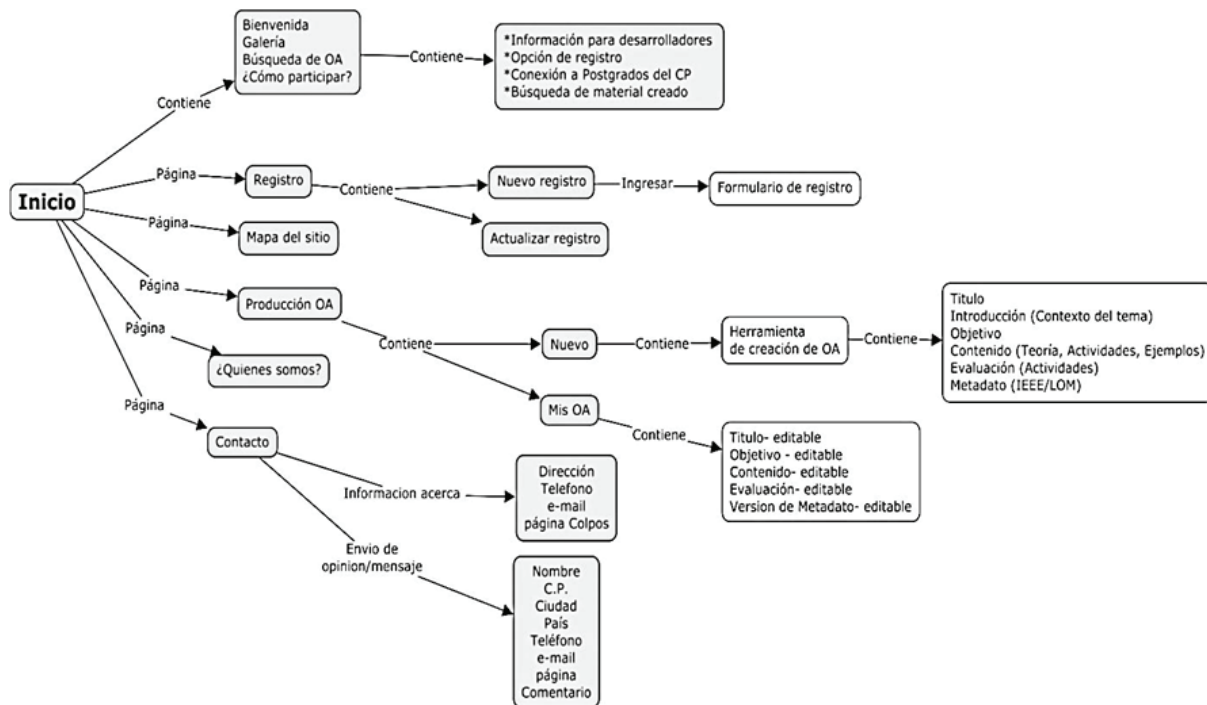


Figura 2. Mapa conceptual del SIGEOACA.
Figure 2. Conceptual map of SIGEOACA.



Figura 3. Arquitectura del SIGEOACA.
Figure 3. SIGEOACA architecture.

Usuario final: son los usuarios contemplados para hacer uso del SIGEOACA: administrador, productor de objetos y consultor de objetos. La interfaz de usuario: es el medio visual por el cual los usuarios consultores de OA, los creadores de OA, y el administrador del sistema pueden interactuar con el SIGEOACA.

End user: are the users contemplated to make use of SIGEOACA: administrator, producer of objects and consultant of objects. The user interface is the visual medium through which OA consultants, OA creators, and system administrators can interact with SIGEOACA.

Servidor: programa que gestiona cualquier aplicación en el lado del servidor realizando conexiones bidireccionales y unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente generando una respuesta en cualquier lenguaje o aplicación en el lado del cliente. Interprete: programa encargado de traducir cada instrucción escrita con una semántica

Server: a program that manages any application on the server side by making bidirectional and unidirectional and synchronous or asynchronous connections with the client generating a response in any language or application on the client side. Interpreter: program that translates each written instruction with a 'human' semantics to machine code, is responsible for reading the text instructions of the program

'humana' a código máquina, se encarga de leer una a una las instrucciones textuales del programa conforme estas necesitan ser ejecutadas y descomponerlas en instrucciones del sistema, realiza la conexión con la base de datos para aplicaciones web dinámicas.

Para el prototipo se seleccionaron la base de datos en la plataforma LINUX, PHP y en un servidor Apache basada en los metadatos del estándar IEEE LOM que utilizan la mayoría de los objetos de aprendizaje. Para terminar, se planeó la interface que podría llevar el sistema utilizando las herramientas de PHP. También, se han considerado diferentes atributos de calidad para el prototipo del SIGEOACA como: escalable, seguro (control de acceso al sistema mediante password), y amigable (contar con interfaces de usuario con menús respectivos y ayuda). Además, se tiene contemplado la portabilidad de los objetos de aprendizaje para que puedan ser vistos vía navegadores de internet.

Fase 3. Implementación: los pasos seguidos para la construcción del SIGEOACA; a) diseño de los objetos de aprendizaje; b) instalación del software en la computadora para trabajar bajo Linux y Windows; c) instalación del servidor Apache bajo Linux y Windows; d) construcción de las bases de datos y de las relaciones entre las tablas con MySQL.

Programación cada una de las partes del interface: elaboración, edición, eliminación y consultas, con HTML, CSS, JavaScript JQuery y JQueryU CakePHP Framework, basado en autores como Minera (2011); López-Quijado (2012); Cabrera (2014); Golding (2008), para los objetos de aprendizaje y su acceso al repositorio de OA y a las bases de datos (exportación de los datos al servidor <http://sgoacp.oacacolpos.es> para tener acceso vía web).

Fase 4. Pruebas: en esta fase se muestran los resultados del SIGEOACA. Estructura del objeto de aprendizaje. Se tomó como base lo propuesto por Cabrera (2014) y se modificó enriqueciendo los objetos con competencias, estilos de aprendizaje y uso de materiales didácticos. Los metadatos se basaron en IEEE-LOM V1.0 y solo se utilizaron siete de estas nueve categorías. La Figura 4 muestra la estructura final del objeto de aprendizaje programado.

Estructura del BD. El BD de los objetos de aprendizaje. La base de datos para el SIGEOACA está constituida por tablas distribuidas de la siguiente manera: 29 tablas principales en un esquema relacional, 1 diagrama, 1 esquema, 29 índices y 29 llaves principales; como se muestra en la Figura 5.

one by one as they need to be executed and decomposed into system instructions, make the connection with the base data for dynamic web applications.

For the prototype, the database was selected on the LINUX platform, PHP and on an Apache server based on the IEEE LOM standard metadata used by most learning objects. In order to finish it was planned the interface that could take the system using the tools of PHP. Also, different quality attributes for the SIGEOACA prototype have been considered as scalable, secure (password access control system), and friendly (have user interfaces with respective menus and help). In addition, portability of learning objects is contemplated so they can be viewed via internet browsers.

Phase 3. Implementation: the steps followed for the construction of SIGEOACA; a) design of learning objects; b) installing the software on the computer to work under Linux and Windows; c) installing the Apache server under Linux and Windows; d) building databases and relationships between tables with MySQL.

Programming each of the interface parts: elaboration, editing, elimination and queries, with HTML, CSS, JavaScript, JQuery and JQueryU CakePHP Framework based on authors such as Minera (2011); López-Quijado (2012); Cabrera (2014); Golding (2008), for learning objects and their access to the repository of OA and to databases (export the data to the server <http://sgoacp.oacacolpos.es> to have access via web).

Phase 4. Testing. In this phase the results of SIGEOACA are shown. Structure of the learning object. It was based on what Cabrera (2014) proposed and was modified enriching the objects with competences, learning styles and use of didactic materials. The metadata was based on IEEE-LOM V1.0 and only seven of these nine categories were used. The Figure 4 shows the final structure of the programmed learning object.

Structure of the BD. The BD of learning objects. The database for SIGEOACA consists of distributed tables as follows: 29 main tables in a relational schema, 1 diagram, 1 schema, 29 indices and 29 main keys; as shown in Figure 5.

Navigation map. The navigation map of the SIGEOACA interface is shown in Figure 6. On the map, you can distinguish the different options available in SIGEOACA. In the part of users, the system can be accessed like: administrator or producer of objects through user name

Mapa de navegación. El mapa de navegación de la interface del SIGEOACA se muestra en la Figura 6. En el mapa se pueden distinguir las diferentes opciones disponibles en SIGEOACA. En la parte de usuarios se puede acceder al sistema como: administrador o productor de objetos a través de nombre de usuario y una clave. También se pueden consultar los objetos. Por ejemplo: el usuario productor de objetos podrá acceder al registro y después a la elaboración, edición, eliminación, consultas, búsqueda, visualización y descargas de los objetos de aprendizaje.

and a key. You can also check the objects. For example: the user producing objects can access the registry and then the development, editing, deletion, queries, search, display and downloads of learning objects.

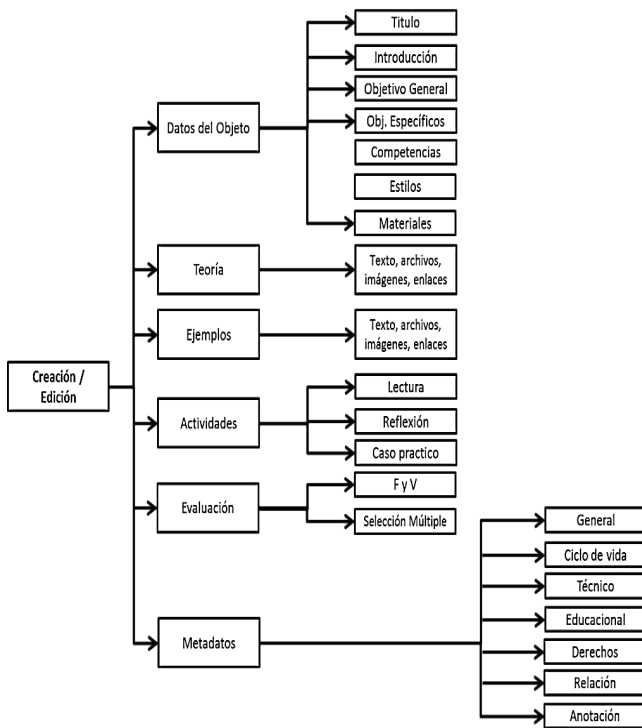


Figura 4. Estructura del objeto de aprendizaje.
Figure 4. Structure of the learning object.

Interfaces. La Figura 7 muestra algunas ventanas de los interfaces. En primer término la pantalla de inicio, después una explicación de los desarrolladores del sistema en ¿quiénes somos? formularios de contacto y de registro, entrada al usuario productor y creación-edición de objetos.

Resultados y discusión

Objetos resultantes. La Figura 8 muestra dos secciones de los objetos portables y 1 archivo en ZIP con cuatro elementos que se pueden descomprimir en un disco duro y ver en navegadores como I Explorer, Chrome, Mozilla Firefox, etc.

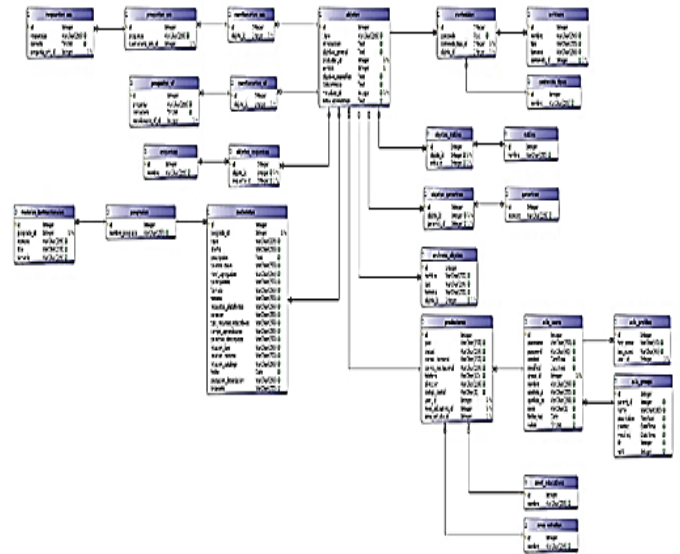


Figura 5. Estructura de la base de datos relacional.
Figure 5. Structure of the relational database.

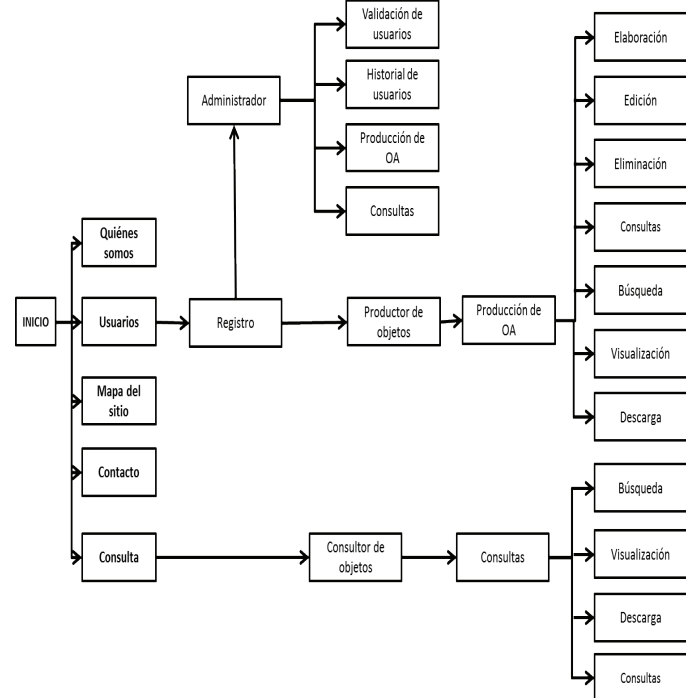


Figura 6. Mapa de navegación del SIGEOACA.
Figure 6. SIGEOACA navigation map.

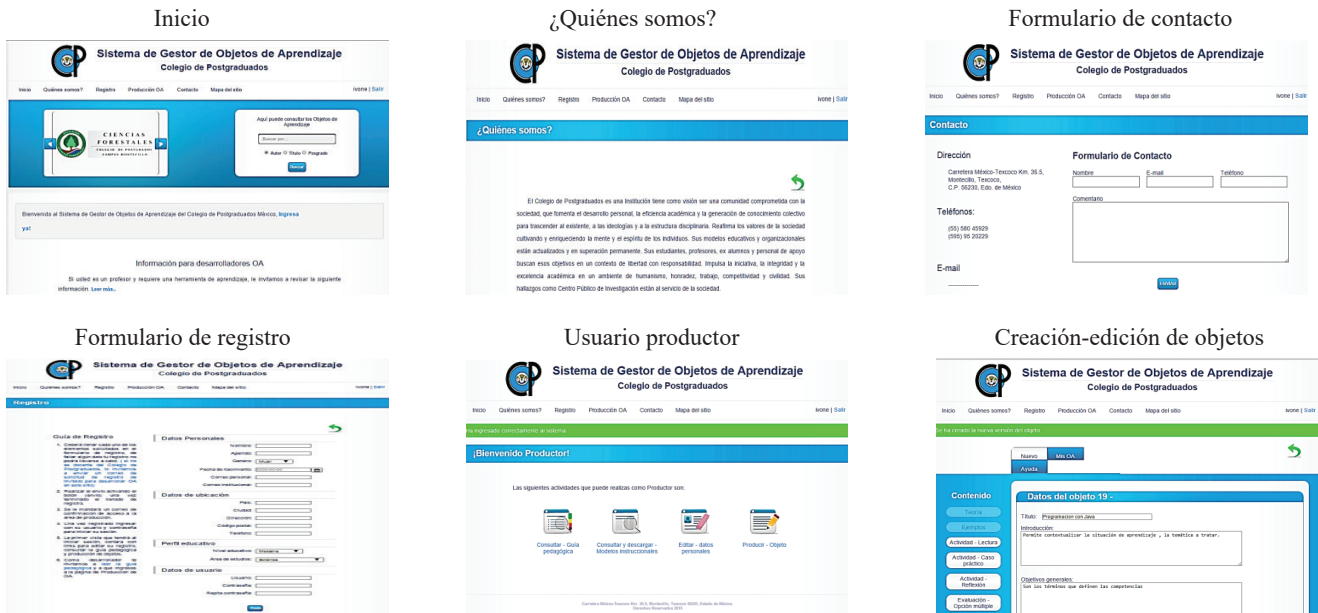


Figura 7. Algunas interfaces.
Figure 7. Some interfaces.



Figura 8. Dos secciones de los objetos portables y archivos comprimidos en ZIP.
Figure 8. Two sections of portable objects and ZIP compressed files.

Fase 5. Mantenimiento: se basará en el estándar IEEE 1219 y consiste en la modificación del sistema después de haber sido entregado a los usuarios con el fin de corregir defectos, mejorar el rendimiento u otros atributos, o adaptarlo a un cambio en el entorno, esto es conforme la escalabilidad del sistema siga su desarrollo será necesario dar seguimiento y solución a los casos que se presenten de corrección. Se tiene contemplado correcciones de procesamiento, rendimiento, programación y documentación por inconsistencia entre la funcionalidad de un programa y el manual de usuario.

Conclusiones

El supuesto en el CP se puede proponer objetos de aprendizaje (OA), basados en un estándar internacional y en un repositorio para ser utilizados para la formación de

Interfaces. Figure 7 shows some windows of the interfaces. First the home screen, then an explanation of the system developers in who we are? Contact and registration forms, input to the user producer and creation-editing of objects.

Results and discussion

Resulting objects. The Figure 8 shows two sections of the portable objects and a ZIP file with four elements that can be unzipped on a hard disk and viewed in browsers such as I Explorer, Chrome, Mozilla Firefox, etc.

Phase 5. Maintenance: it will be based on the IEEE 1219 standard and consists of modifying the system after it has been delivered to users in order to correct defects, improve

recursos humanos y capacitación en ciencias agrícolas no se rechaza. Se ha creado una base de datos para el repositorio de OA, donde se almacenaran los formatos del modelo instruccional, los objetos de aprendizaje y los registros de autores de material diseñados con lenguaje PHP.

El diseño del sistema gestor de objetos de aprendizaje (SIGEOAA) y se está probando su funcionamiento en el curso introducción a la estadística y el de plataformas educativas en el Colegio de Postgraduados. El sistema web, con las interfaces que permiten la interacción con los creadores y usuarios en general. Se tiene contemplado un manual para que los docentes desarrollen OA con esta propuesta. El sistema web desarrollado es escalable y portable considerando las necesidades en el CP, así como algunos cambios en la estructura de objetos de aprendizaje.

Literatura citada

- Aguilar, J.; Muñoz, J. y Pomares, S. 2004. Grupo académico de objetos de aprendizaje e ingeniería de Software. [http://ingsw.ccbas.uaa.mx/sitio/images/publicaciones/enc04\(aguilar_munoz\).pdf](http://ingsw.ccbas.uaa.mx/sitio/images/publicaciones/enc04(aguilar_munoz).pdf).
- Alonso, F.; Martínez, N. F. y Segovia, J. 2005. Introducción a la ingeniería de software. Madrid: Delta, C. J. M. 2014. Un objeto virtual de aprendizaje (OVA) para el movimiento armónico simple (MAS) y sus aplicaciones. Rev. Entornos. Universidad Surcolombiana. 2(28):
- Chiapee, A. 2009. Acerca de lo pedagógico en los objetos de aprendizaje- Reflexiones conceptuales hacia la construcción de su estructura teórica. Revista Estudios Pedagógicos. Universidad Austral de Chile, Valdivia Chile. 35(1):261-272.
- COLPOS (Colegio de Postgraduados). 2013. Web del Colegio de Postgraduados de Ciencias Agrícolas. <http://www.colpos.mx>.
- García, C. J. L.; Fernández, O. Y.; Santizo, J. A. y López, C. I. 1998. Un modelo de educación vía internet. Serie de Socioeconomía Estadística e Informática. México: Colegio de Postgraduados.
- García, C. J. L.; Santizo, R. J. A. y Alonso, G. C. 2009. Uso de las TIC de acuerdo a los estilos de aprendizaje de docentes y discentes. Revista Iberoamericana de Educación.
- García, C. J. L. y Santizo, J. A. 2009. Diseño de un módulo de estadística inferencial vía internet. Rev. Co-Learn. LabSpace, open university.
- Gento, S. 1998. Implementación de la calidad de instituciones educativas. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- Golding, D. 2008. Beginning CakePHP: from novice to professional. New York: Apress.
- Gutiérrez, P. I. 2008. Usando objetos de aprendizaje en enseñanza secundaria obligatoria EDUTEC. Rev. Elec. Tecnol. Ed. 27(67):98-106.
- Hernández, R. J.; García, C. J. L.; Fernández, O. Y. y Medina, R. R. C. 2012. Propuesta de una memoria de recursos didácticos de gestión vía web considerando su naturaleza semántica y los estilos de aprendizaje. J. Lear. Sty. 5(9):321-334.
- performance or other attributes, or adapt it to a change in the environment, this is according to the scalability of the system to follow its development will be necessary to follow up and solve to the cases that appear of correction. The corrections of processing, performance, programming and documentation due to inconsistency between the functionality of a program and the user manual.

Conclusions

The assumption in the CP can be proposed learning objects (OA), based on an international standard and in a repository to be used for the training of human resources and training in agricultural sciences is not rejected. A database has been created for the OA repository, where the instructional model formats, learning objects and material author records designed using PHP language will be stored.

The design of the learning object management system (SIGEOAA) and is being tested its operation in the course introduction to statistics and the educational platforms in the College of Postgraduates. The web system, with interfaces that allow interaction with creators and users in general. A manual has been contemplated for teachers to develop OA with this proposal. The developed web system is scalable and portable considering the needs in the CP, as well as some changes in the structure of learning objects.

End of the English version



- IEEE. (2002). Draft standard for learning object metadata. http://129.115.100.158/tlor/docs/IEEE_LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf.
- Lawrence, S. 2002. Ingeniería de software: teoría y práctica. Buenos Aires: Prentice-hall, Argentina. 428 p.
- López, Q. J. 2012. HTML 5 y CSS 2. México: Alfaomega - Ra-Ma.
- Menéndez, V.; Prieto, M. y Zapata, A. 2010. Sistemas de gestión integral de objetos de aprendizaje. Revista IEEE-RITA. 5(2):
- Minera, F. J. 2011. Desarrollo PHP + MySQL. Buenos Aires: red users.
- Miller, A. 2004. Les objets d'apprentissage, le futur pas si lointain! L'infobourg, l'agence de presse pédagogique. <http://www.infobourg.qc.ca/sections/editorial/editorial.php?id=9341>.
- Montes, I. R.; García, C. J. L.; Paniagua, D. y Medina, R. C. 2015. Sistema gestor de objetos de aprendizaje para ciencias agrícolas (SIGEOAA). Revista material didáctico innovador. Nuevas Tecnologías Educativas. 11:152- 171.
- Osondón, Y. y Castillo, P. 2006. Propuesta para el diseño de objetos de aprendizaje. Rev. Facultad de Ingeniería- Universidad de Tarapacá. 14(1):36-48.

- Peña, A. 2006. Tema: ingeniería de software: una guía para crear sistemas de información. Instituto Politécnico Nacional. http://www.wolnm.org/apa/articulos/ingenieria_software.pdf.
- Plan Ceibal. 2009. Manual de diseño y desarrollo de objetos de aprendizaje. <http://www.ceibal.edu.uy/userfiles/p0001/odea/original/exelearning.elp/guiaobjetosceibal09.pdf>.
- Santizo, J. A. 2001. Evolución y perspectivas en la metodología de la enseñanza de los cursos de servicio de estadística en el Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México: Colegio de Postgraduados.
- Varas, L. M. 2003. Repositorio de objetos de aprendizaje. http://www.alejandria.cl/recursos/documentos/documento_varas.doc.
- Wayne, H. 2002. The future of learning objects. In: e-technologies in engineering education learning outcomes providing future possibilities. Proceedings of the 2002 eTEE. Davos, Switzerland. <http://dc.engconfintl.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1012&context=etechnologies>.
- Wiley, D. A. 2002. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition a metaphor, and taxonomy. In: Wiley, P. (Ed.). The instructional use of learning objects. Bloomington. Agency for Instructional Technology.