

Estado del Arte sobre las Arquitecturas de Software para E-Learning

Ivana Yael Currá

Abstract— investigación se basa en detectar cuales son las arquitecturas de software disponible para e-learning según la tendencia del mercado, las plataformas disponibles, conocer cuáles son los atributos de calidad del e-learning, describir las herramientas e-learning disponibles. La investigación tomará en cuenta los resultados y procedimientos de otras investigaciones ya realizadas sobre plataformas e-learning. La investigación contiene una introducción, una descripción de las plataformas LMS, los atributos de calidad para e-learning, una selección de herramientas para LMS con sus características.

Index Terms—e-learning, arquitectura, software, herramientas, LMS, CMS.

I. INTRODUCCIÓN

PARA poner el e-learning en funcionamiento, se cuentan con estándares de e-learning. Estos estándares son un conjunto de reglas comunes definidas por compañías dedicadas a esta tecnología [1].

Estos estándares buscan lograr la interoperabilidad, reutilización, manejabilidad, flexibilidad, accesibilidad, durabilidad y escalabilidad [2] para garantizar la viabilidad futura de la inversión, impidiendo que el e-learning sea dependiente de una única tecnología, de forma que aunque se cambia de herramienta, la inversión realizada en cursos no se pierde, aumentar la oferta de cursos disponibles en el mercado, reduciendo así los costos de adquisición y evitando los costos de desarrollo a medida en otros casos permitir el intercambio y compraventa de cursos, permitiendo incluso que las organizaciones obtengan rendimientos extraordinarios sobre sus inversiones y, por último, facilitar que aparezcan herramientas estándar para la creación de contenidos, las propias organizaciones puedan desarrollar sus contenidos sin recurrir a especialistas en e-learning [1].

II. ESTÁNDARES E-LEARNING

Hoy en día, no existe un único estándar en el mercado, pero organismos, instituciones y empresas intentan solucionar estos problemas por cuenta propia. El estándar LOM de IEEE LTSC, que es ampliamente aceptado, permite que el contenido de un objeto de aprendizaje se pueda explicar usando metadatos. El LOM o Learning Object Metadata es una especificación que entrega una guía sobre cómo los contenidos deben ser identificados o etiquetados y sobre cómo se debe organizar la información de los alumnos de manera de que se puedan

intercambiar entre los distintos servicios involucrados en un sistema de gestión de aprendizaje LMS [2]. Este fue desarrollado por la IEEE LTSC o IEEE Learning Technology Standards Committee para generar un estándar técnico, prácticas recomendadas y directrices que fuera internacionalmente acreditable, anticipando y resolviendo los problemas del mercado causados por sistemas incompatibles y formatos de datos [2].

Por otra parte, la AICC o el Comité basado en el entrenamiento por computadoras de la Industria de la Aviación, fue el primer organismo creado para desarrollar un conjunto de normas que permitieran el intercambio de cursos CBT o cursos de entrenamiento basados en computadoras [2].

Desarrolló que para planes de formación, pueden usarse directamente las estructuras de descripción de recursos RDF, considerado un modelo estándar para el intercambio de datos en la Web [3] o indirectamente a través de IMS LD, que proporciona un estándar genérico y flexible [4], y el estándar SCORM de ADL, muy aceptado y utilizado, permite organizar contenidos con planes de formación, secuenciar y empaquetar contenidos para facilitar la distribución, y el seguimiento del proceso de aprendizaje [5]. SCORM le dice a los programadores como escribir el código del XML para garantizar la interoperabilidad entre plataformas LMS [6].

El e-learning en cuanto a los estándares para su utilización se divide en tres. Por un lado, tenemos las arquitecturas, herramientas y frameworks para la administración, integración de componentes y comunicación, luego tenemos los sistemas orientados a la gestión del almacenamiento e intercambio de información, competencias, privacidad y seguridad del alumno y por último tenemos la estructura, empaquetamiento y seguimiento de resultados sobre los contenidos, cursos o courseware [1].

En el estudio [5] se describen tres tipos de escenarios en base a los medios tecnológicos que se utilizan,

- El CBT o CAI, basando el aprendizaje en la asistencia por computadora. Computer Based Training. Es un tipo de formación que utiliza el curso o el material educativo presentado por un computador que no requiere conexión a la red y generalmente no tiene enlaces a recursos externos al curso. En CBT o CAI no se describe el canal de retorno entre el instructor y el alumno. Más bien, intenta reemplazar al instructor con la distribución de contenido estático, sin análisis previo ni posibilidad de reutilización, restringiendo al mismo tiempo el acceso a determinadas fuentes de

contenido

- el IBT, basando el aprendizaje en la Internet. El IBT muestra el escenario tradicional de la educación e-learning. Utiliza la tecnología de Internet para diseñar, implementar, seleccionar, administrar, dar soporte and extender el aprendizaje. Este no es muy distinto a la enseñanza tradicional. Solamente se encarga de mejorar la eficiencia en el aprendizaje, ya que los sistemas de construcción y el mantenimiento se encuentran dentro de las instituciones educativas y son los instructores quienes se encargan de provisionar el contenido a la medida de sus posibilidades [4]
- El WBT, basando el aprendizaje en el uso de la Web. Consiste en el aprendizaje haciendo uso de la web, a través de la que se reciben los contenidos [5].

III. PLATAFORMAS E-LEARNING

Existen tres diferentes tipos de plataformas LMS, CMS, LCMS.

A. CMS, Content Management System

El Sistema de Gestión de Contenido o CMS es un software que simplifica la creación y administración de contenidos por medio de páginas web [1]. Es un término genérico que abarca muchas soluciones, donde su funcionamiento y alcance depende de los contenidos que se quieran gestionar y el ámbito de la aplicación de la misma plataforma. Los tipos de Gestores de Contenidos más usados actualmente son contenidos empresariales o ECM, contenidos web o WCM, documentos y o contenidos multimedia o DMS y contenidos para el aprendizaje o LCMS [7]. CMS crea una estructura de soporte o framework para poder lograrlo. Está orientada a usuarios con un nivel medio de Internet que puedan actuar como webmasters [9].

B. LMS, Learning Management Systems

El Sistema de Administración de Aprendizaje o LMS, es un software basado en un servidor web que provee los módulos para los procesos de administración y seguimiento en un sistema de enseñanza-aprendizaje, simplificando el control de estas tareas [9]. Está hecho para ser usado por diferentes editores y proveedores. No incluye la posibilidad de crear contenidos de autor [2].

C. LCMS, Learning Content Management System

El Sistema de Administración de Contenido para el aprendizaje, es un sistema para crear, almacenar, ensamblar y entregar contenidos personalizados de e-learning en formato de objetos de aprendizaje o AO. Combina la creación y almacenamiento de contenidos de CMS y la gestión de contenidos de LMS [2].

IV. LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE

La reusabilidad y la integración de contenidos son dos de las prioridades para generar contenidos aplicables a los modelos de educación virtual, por lo que se invierte gran cantidad de

tiempo y dinero en la creación de cursos que sólo pueden acceder una cantidad limitada de usuarios.

Para disminuir la inversión en tiempo y dinero, surgieron los conceptos de objetos de aprendizaje u OA y los repositorios de objetos de aprendizaje ROA. Estos permiten almacenar, identificar y seleccionar los objetos de aprendizaje para su posterior reuso e integrarlos con otros cursos virtuales [10].

Los OA tienen un tema claramente identificable, un tamaño variable y son descritos utilizando metadatos. Los metadatos, a su vez, se construyen con la sintaxis y semántica según la categoría de los atributos definidos por el estándar LOM [11].

Como contrapartida, los objetos de aprendizaje traen problemas de integridad e interoperabilidad, ya que estos objetos se construyen en plataformas diferentes y no se puede garantizar el funcionamiento de los mismos en todas las plataformas de manera única [10].

Para solucionar este problema segundo problema, se construyó un estándar conocido como SCORM que contiene un conjunto de especificaciones para compartir, reutilizar, importar y exportar OA y garantizar la homogeneidad en el diseño estructural de los objetos de aprendizaje.

SCORM describe cómo las unidades de contenidos se relacionan unas con otras a diferentes niveles de granularidad, cómo se comunican los contenidos con el LMS, define cómo empaquetar los contenidos para importarse y exportarse entre plataformas, y describe las reglas que un LMS debe seguir a fin de presentar un aprendizaje específico [10].

Esto puede ser complementado con las arquitecturas orientadas a servicios o SOA de forma estratégica para garantizar la interoperabilidad de los objetos de aprendizaje en el diseño de un repositorio de objetos de aprendizaje [9].

Además de esto, implementar OA produce los siguientes beneficios [11]

- Contenidos reutilizables.
- Consistencia en la descripción de los contenidos.
- Normalización en la organización de sus recursos.
- Persistencia del conjunto de contenidos.
- Migración sencilla de sus sistemas a nuevas versiones, e incluso a una nueva plataforma.
- Comunicación e intercambio de información con otros sistemas.
- Administración de la información apropiada tanto del recurso como del alumno.
- Capacidad de expansión y facilidad para incorporar nuevas tecnologías o servicios.

En un futuro cercano, se considera que los OA se volverán como una moneda de cambio. Se almacenarán en repositorios desde los cuales podrán accederse y reutilizarse en diferentes cursos que, idealmente, se adaptaran a diferentes modelos educativos, temas, y niveles de estudio [12].

En la figura 1 se muestra un ejemplo para la visualización de un video en Internet a partir de la construcción de un AO según el estándar de IEEE LOM.

```
<lom>
<general>
  <title>
    <string language="es">Elaboración de Objetos de
Aprendizaje</string>
  </title>
  <language>es</language>
  <description>
    <string language="es">El video muestra cómo se
elaboran los OA</string>
  </description>
  <keyword>
    <string language="es">Elaboracion OA</string>
  </keyword>
  ...
<technical>
  <format>html/text</format>

<location>https://www.youtube.com/watch?v=nex3hIlvWJ4</loca
tion>
....
<educational>
  <interactivityType>
    <source>LOMv1.0</source>
    <value>expositive</value>
  </interactivityType>
  <learningResourceType>
    <source>LOMv1.0</source>
    <value>narrative text</value>
  </learningResourceType>
  <context>
    <source>LOMv1.0</source>
    <value>higher education</value>
  </context>
  <difficulty>
    <source>LOMv1.0</source>
    <value>easy</value>
  </difficulty>
  ...
</educational>
</lom>
```

Fig 1. Ejemplo de la estructura de un AO según el estándar IEEE LOM [9].

V. ATRIBUTOS DE CALIDAD

En el e-learning, desde los estándares, se divide en dos partes. La primera son las plataformas y tecnologías de la administración y comunicación y la segunda son los contenidos. Dentro de la primera, el estándar define los siguientes atributos.

A. Interoperabilidad

Donde una plataforma CMS, LMS o LCMS puede interactuar con otras CMS, LMS o LCMS respectivamente pudiendo tomar, mezclar, comunicar e interactuar con el contenido [2].

Esto permite que el contenido sea independiente de herramienta o plataforma, de forma que se puedan usar diferentes plataformas para acceder un mismo contenido.

También se refiere a la posibilidad de usar un contenido en una plataforma diferente [13].

También permite que los contenidos puedan migrar hacia otros sistemas sin una inversión significativa. Esto hace que los compradores no se encuentren atrapados con una sola tecnología y que la propia tecnología evolucione junto con los estándares para no caer en la obsolescencia [2].

Por último, permite que el contenido pueda utilizarse sin importar cambios en la tecnología base en el cual se elaboró. Esto elimina la necesidad de tener que re-codificar o re-compilar programas de software [13].

B. Reusabilidad

Esto permite que el contenido pueda ser ensamblado, desensamblado y re usado de forma rápida y sencilla, fuera del contexto en el que el contenido fue diseñado [2].

Solo el uso de estándares nos facilitará el diseñar contenidos que puedan ser utilizados una y otra vez en diferentes asignaturas, cursos o programas educativos [13].

C. Manejabilidad

Este atributo permite rastrear la información del alumno y del contenido sobre una plataforma CMS, LMS o LCMS. Esto implica no sólo hacer un seguimiento de la información del alumno y del contenido, sino administrar la selección y el ensamblado de los materiales correctos [2].

D. Accesibilidad

El usuario de la plataforma puede tener acceso al contenido apropiado, en el momento deseado sobre el dispositivo solicitado [2] a través de un navegador de Internet sin importar la plataforma o el contenido en sí mismo [13].

E. Escalabilidad

Permite que la tecnología educativa pueda ampliar su funcionalidad de acuerdo con los requerimientos de los usuarios. Esto no sólo aumenta su alcance sobre la población de usuarios, sino que mejora el ROI o retorno de la inversión original en las herramientas e-learning [2].

F. Adaptabilidad

Los estándares se refieren al hecho de poder facilitar la adaptación o personalización del entorno de aprendizaje [13].

G. Flexibilidad

Permite que la tecnología educativa tenga una adaptación fácil donde se requiera implementar, en relación a la estructura institucional, los planes de estudio, los contenidos y estilos pedagógicos de la organización [2].

H. Productividad

Si los proveedores de tecnología e-Learning desarrollan sus productos siguiendo estándares comúnmente aceptados, la efectividad de e-Learning se incrementa significativamente y el tiempo y costos serán reducidos [12].

VI. GESTORES LMS

La selección de los gestores a describir a continuación se genera en base a estudios europeos realizados en base a los atributos de calidad descritos anteriormente. Los mismos fueron evaluados por especialistas en e-learning. Para este estudio, se seleccionaron los mejores posicionados en LMS [14].

A. LMS, Learning Management Systems

1) Chamilo

Chamilo LMS o Chamilo Learning Management System es un software que permite crear un campus virtual realizar cursos online o semi-presencial. Se distribuye bajo licencia GNU/GPLv3+ y desarrollo es público. Todos los productos software de Chamilo son gratuitos, libres, completos y están listos para ser usados en producción sin requerir servicios de pago. Es considerado un groupware, es decir un conjunto de aplicaciones que se integran bajo un solo proyecto y un trabajo de muchos usuarios de forma concurrentes en el desarrollo,

Chamilo usa una Arquitectura SOAP Web Service con REST y XMLRPC programada en PHP y conectada a una base de dato relacional MySQL o MariaDB [15]. El mismo corre sobre una plataforma de Linux.

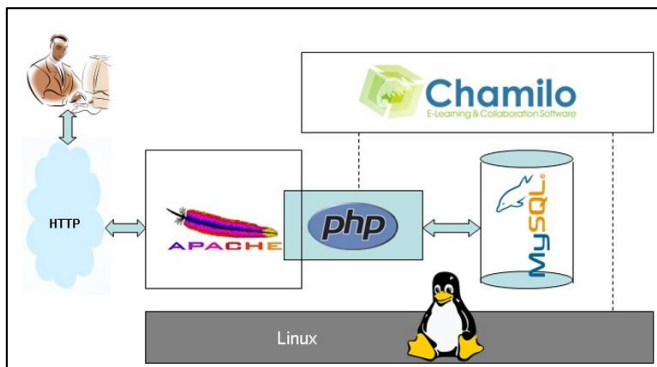


Fig 11. Arquitectura de Software Macro de Chamilo [15].

La particularidad de Chamilo es que permite facilitar la definición inicial sobre la plataforma importando datos en formato XML (eXtended Markup Language) o en formato CSV (Coma Separated Values). Para las últimas versiones de Excel requieren de un procedimiento especial para abrir los ficheros CSV, en el cual se tiene que abrir Excel para consecuentemente importar el archivo como fuente de datos.

Es posible para los usuarios acceder a los esquemas para entender la vinculación de los mismos [26]. También es posible acceder al esquema completo de la base de datos más actual y la beta de la siguiente [17].

Para lograr la interoperabilidad, Chamilo permite importar los contenidos de aprendizaje que cumplen con la norma SCORM 1.2, HotPotatoe e IMS/QTI. Algunas bibliotecas que tienen contenido importable son NETg, Skillsoft, Explo, Microsoft y Macromedia. La interfaz del administrador permite importar y exportar usuarios a través de CSV y XML. Chamilo además incluye un módulo LDAP que permite al administrador

desactivar la autenticación de la base de datos y reemplazarla conectándose a un directorio LDAP. En el lado del cliente, Chamilo se ejecuta en cualquier navegador: Firefox, MS Internet Explorer Chrome, Safari, Opera, sin embargo el navegador recomendado por el propio Chamilo es el FireFox [18].

En cuanto la reusabilidad, Chamilo tiene la particularidad de convertir los archivos PowerPoint directamente a SCORM con el módulo llamado Chamilo Rapid. Esto también permite que el generador de contenido, como puede ser un docente, no deba tener conocimientos sobre cómo generar archivos XML o conocer el estándar LOM. En la figura 16 se puede visualizar el comando de instalación del módulo Chamilo Rapid [19].

```
sudo apt-get install LibreOffice screen
sudo screen
su - www-data

soffice --accept="socket,host=127.0.0.1,port=2002,tcpNoDelay=1;urp;" --headless --nodefault --nofirststartwizard --nolockcheck --nologo --norestore

CTRL+a, CTRL+d

sudo screen -r
```

Fig 15. Comando de Instalación Chamilo Rapid [19].

Además de esto, el contenido que se genera en la plataforma puede ser importando desde otras o exportado a otras utilizando el módulo Compositor, compatible con los estándares de IMS y QTI.

En cuanto a la manejabilidad, Chamilo posibilita tener foros a nivel de cursos o por grupos de trabajo, así como tareas cronológicas dentro del servidor, para mejorar el consumo de recursos [19], lo que permite una mayor granularidad y seguimiento de los alumnos y los contenidos de las clases.

```
35 * * * * wget -O - -q -t 1 http://campus.example.com/main/cron/run.php
```

Fig 16. Comando para Crear Tareas Cronológicas [19].

En cuanto a la accesibilidad, Chamilo es compatible con los navegadores más utilizados del mercado, ya mencionados en la interoperabilidad. Además de ello, cuenta con un soporte de 24 horas en el foro de la comunidad de Chamilo, un manual de 250 hojas en español sobre la plataforma, un repositorio del código y de las tareas, eventos locales y eventos globales por videoconferencias [20].

En cuanto a la Escalabilidad, permite aumentar su funcionalidad con agregando otros módulos, como el módulo de comercio electrónico PrestaShop, mejorar su gestión con el módulo de OpenERP o utilizar los módulos de integración con plataformas CMS como Joomla o Drupal [20].

En cuanto a la Adaptabilidad, Chamilo cuenta con veinte plugins integrados, más de trescientas opciones de configuración, descarga y subida de estilos CSS, cambio de plantillas, una rápida integración de los módulos contribuidos, mantenimiento automáticos de los módulos y la realización de videoconferencias por BigBlueBotton y OpenMeetings [20].

En cuanto a la Flexibilidad, presenta una instalación sencilla que no requiere de amplios conocimientos técnicos. Tiene una simplicidad de uso tanto para el docente como para el alumno, mostrando las opciones útiles de forma visible y debido a permite fácilmente crear y gestionar documentos gran cantidad de documentos, hace que se pueda cargar toda la información necesaria sobre planes de estudio, contenidos de la institución [20].

Finalmente, en cuanto a la productividad, sigue los estándares SCORM, HotPotatoe e IMS/QTI, descritos en el atributo de interoperabilidad.

2) Dokeos

Dokeos es un entorno de e-learning y una aplicación de administración de contenidos de cursos y también una herramienta de colaboración. Es software libre y está bajo la licencia GNU GPL, el desarrollo es internacional y colaborativo.

Las principales metas de Dokeos son ser un sistema flexible y de fácil uso con una interfaz amigable para el usuario. Su arquitectura de software es web orientada a componentes.

Dokeos está escrito en PHP y usa bases de datos en MySQL. Dokeos proporciona gestión del aprendizaje, ocupándose la importación SCORM, edición y exportación, interacción social, encuestas y tests sofisticados; Oogie Rapid Learning para elaborar los cursos SCORM en línea partiendo de plantillas o PowerPoint; informes detallados que se puede exportar a Excel o usarlos para crear Business Objects y videoconferencias en formato de virtual meeting y virtual classroom para las sesiones de formación en línea [21].

Para lograr la interoperabilidad, Dokeos sigue los estándares de SCORM 1.2 y 1.3 y Compliance e Interoperabilidad de base de datos a partir de XML, CSV, Excel, Oracle, SQL-Server, FileMaker, además de disponer del Baúl de tareas integrado con Dropbox que posibilidad de intercambiar documentos entre alumnos y con el profesor de manera privada [22].

En cuanto la rausabilidad, Dokeo tiene Oogie Rapid Learning para elaborar los cursos SCORM en línea partiendo de plantillas o PowerPoint. También se pueden elaborar informes detallados que se puede exportar a Excel o usarlos para crear Business Objects. También se puede exportar el contenido generado a formato XML o CSV que se puede importar en otras plataformas e-learning [21]. Esto también permite que el generador de contenido, como puede ser un docente, no deba tener conocimientos sobre cómo generar archivos XML o conocer el estándar LOM.

En cuanto a la manejabilidad, Dokeos posibilita que cada curso se organiza alrededor de una serie de componentes que agrupan servicios, recursos y herramientas y que cada curso tiene el perfil del responsable, tutor y alumno [23].

En cuanto a la accesibilidad, Dokeos no supera las pruebas de accesibilidad más estrictas. Sin embargo, tiene accesibilidad en las páginas web (WCAG) 1.0 y se adapta perfectamente a la tecnología LAMP Linux, Apache, MySQL y PHP [23].

En cuanto a la escalabilidad, Dokeos está desarrollado en el ambiente universitario considerando principios educativos. No está orientado a ninguna metodología pedagogía concreta [23].

Dokeos trae una gran cantidad de plug ins preparados para extender las funcionalidades, como Dokeos Shop para comercio electrónico, Dokeos Game para crear juegos online, Dokeos Evaluation para evaluar, validar y certificar competencias [24].

En cuanto a la adaptabilidad, tiene una buena estructura adaptable a las necesidades del docente, tiene gestores de contenido educativo, que permiten la autoría en línea y colaborativa. Además Dokeos tiene la particularidad de permitir construir los propios escenarios de entrenamiento basado en imágenes, lo que permite personalizar el entorno de aprendizaje, sin embargo no cuenta con plantillas para cambiar la vista del entorno ni interfaces de intercambio [25].

En cuento a la flexibilidad, Dokeos no requiere instalación y se puede acceder desde cualquier computadora que tenga conexión a internet. Dokeos está pensada y orientada a estudios superiores, por lo cual no cuenta con plug ins o personalizaciones gráficas pensadas para grados menores.

En cuanto a la productividad, debido a que está programado en PHP, permite crear fácilmente herramientas adicionales siguiendo ese lenguaje y debido a que sigue los estándares de SCORM, se pueden importar objetos que respeten los estándares de e-learning derivados de éste como RTE-3, IMS, e QTI.

3) Claroline

La Universidad de Louvain encargó al Instituto de Pedagogía y Multimedia el desarrollo y distribución de este software. Este gestor fue desarrollado en Francia.

Es considerado un groupware, es decir un conjunto de aplicaciones que se integran bajo un solo proyecto y un trabajo de muchos usuarios de forma concurrentes en el desarrollo, asíncrono y colaborativo, que permite montar sobre el mismo plataformas educativas virtuales rápidamente y con pocos conocimientos para la instalación y la administración [26].

El software es gratuito y distribuido bajo los términos de la licencia pública GNU/GPL y se encuentra desarrollado en PHP. A lo largo del mundo hay muchas instituciones que utilizan esta plataforma. En España encontramos a la Universidad de Vigo, a la Universidad de Cantabria y a la Universidad Rey Juan Carlos I. Es el único LMS aprobado por la UNESCO [27].

La Arquitectura de software de Claroline es web orientada a módulos. Los módulos a sí mismos están organizados en la plataforma siguiendo la orientación MVC.

```
base -> core::layout -> admin/desktop/workspace::layout -> ...
```

Fig 17. Organización de la plataforma Base, Core, Interface [28].

bundle	
-- Command	(Dev commands)
-- Library	(Services)
-- Migrations	(Data Base description)
-- Resources	
+-- views	
-- less	(Themes)
-- less-generated	(Generated themes)
+-- Templating	(Overwriting of a Symfony Class)

Fig 18. Estructura del directorio [28].

Para lograr la interoperabilidad, Claroline tiene contabilidad con SCORM e IMS QTI 2, lo que lo hace posible interactuar con otras plataformas LMS que respeten estos estándares [29].

En cuanto a la reusabilidad, al soportar el estándar IMS QTI es posible importar y exportar información de alumnos, profesores, contenido y evaluaciones en formato CSV o XML.

En cuanto a la manejabilidad, permite crear grupos participantes desde la interfaz de usuario, estructurar una agenda con tareas y fechas límite, proponer tareas para hacer por Internet y ver las estadísticas de los ejercicios de asistencia y programación sin necesidad de programación.

En cuanto a la accesibilidad, permite accesibilidad en las páginas web (WCAG) 1.0 pero no supera las pruebas de accesibilidad más estrictas. No presenta limitaciones con ningún navegador web [23].

En cuanto a la escalabilidad, con el proyecto integrador de Claroline Connect permite cambiar fácilmente la escalabilidad de la plataforma reorientándola a lo que se necesite, ya sea educación a distancia, educación on-site, tutoría, MOOCs entre otros.

En cuanto a la adaptabilidad, se puede personalizar completamente la plataforma: el lenguaje, el color, el logotipo y todo lo orientado a la imagen de la empresa. También permite adaptar la estructura de la plataforma a la de un proyecto de capacitación [30].

En cuanto a la flexibilidad, Claroline está desarrollada considerando algunos elementos de corte constructivista, aunque no presenta limitaciones para adaptarse a un modelo educativo. Es totalmente personalizable de acuerdo hacia donde quiera orientarse [23].

En cuanto a la productividad, Claroline está desarrollada siguiendo el estándar SCORM y IMS QTI anteriormente mencionados, por lo cual no presenta problemas con este atributo de calidad.

4) BlackBoard

Blackboard Learn es una aplicación web extensible que se ejecuta dentro de una implementación de código abierto de Apache Foundation del contenedor Java Servlet y JavaServer Pages llamado Apache Tomcat [31].

El Apache Tomcat está escrito en java y utiliza contenedores de servlets, Contexto de servlet, un Conector y una Aplicación web.

Una aplicación web es la combinación de servlets, filtros y jsp que están configurados en un web.xml. Junto con recursos estáticos adicionales y otros objetos, las aplicaciones web se empaquetan como un archivo .war. Un archivo .war es un archivo que contiene un código ejecutable que se puede ejecutar en un contenedor de servlet.

Un contenedor de servlet es un servidor de aplicaciones que implementa la especificación del servlet de Java. La especificación de servlet define un modelo de programación que permite a un desarrollador escribir los componentes que procesan las solicitudes.

El contexto de servlet es un objeto que se crea cuando la aplicación web se inicia en un contenedor de servlets y se destruye cuando la aplicación web se despliega o detiene. El objeto de contexto de servlet por lo general contiene parámetros de inicialización en forma de un documento web.xml.

Los conectores proporcionan instrucciones para los puertos en los que un contenedor de servlets escucha las solicitudes entrantes, y las solicitudes entrantes se dirigen a la aplicación web configurada.

Tomcat por su parte se compone de tres componentes principales: Jasper, Catalina y Coyote. Estos componentes combinados permiten el análisis sintáctico y la compilación de JavaServer Pages en el código del servlet de Java, la entrega de estos servlets y el procesamiento de solicitudes.

Jasper es el motor de páginas JavaServer de Apache Tomcat. Jasper analiza archivos JSP compilándolos en código Java como servlets para ser manejados por Catalina. En tiempo de ejecución, Jasper detecta cambios en los archivos JSP y los recompila.

Catalina es el contenedor servlet de Apache Tomcat. Catalina implementa las especificaciones para Servlets y JavaServer Pages o JSP.

Coyote es el componente Conector HTTP de Apache Tomcat compatible con el protocolo HTTP 1.1. Coyote escucha las conexiones entrantes en los puertos TCP configurados en el servidor y reenvía las solicitudes al Motor Tomcat para procesar y devolver una respuesta al cliente solicitante.

Para lograr la interoperabilidad, BlackBoard tiene compatibilidad con el estándar SCORM, IMS Common Cartridge y el estándar básico LTI. Esto permite a los profesores importar fácilmente su contenido existente compatible con SCORM al entorno sin tener que volver a crearlo.

Para lograr la reusabilidad, BlackBoard permite crear objetos reusables y AO que pueden distribuirse en diferentes cursos, lo que permite ahorrar mucho tiempo en el diseño de contenidos [32]. También permite exportar e importar el contenido completo de un curso en un formato de IMS Common Cartridge que puede ser utilizado incluso por otras plataformas compatibles con el estándar IMS [33].

Para lograr la manejabilidad, BlackBoard permite hacer un seguimiento completo de la actividad de los alumnos sobre la plataforma. En BlackBoard el compilador de código del SCORM tiene la habilidad de rastrear cada sección y si los

alumnos la revisaron, pueden llegarle notificaciones al profesor sobre qué estuvieron trabajando o leyendo.

Para lograr accesibilidad, Blackboard además de ofrecer compatibilidad con todos los navegadores y que los productos de BlackBoard se diseñan y desarrollan de acuerdo con las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web o WCAG 2.0 Nivel AA, la misma dispone de plan integral de accesibilidad de eLearning para brindar una experiencia sin barreras. BlackBoard contiene Blackboard Ally que está diseñado para ayudar a las instituciones a obtener una mayor comprensión de la accesibilidad de su contenido de curso digital; proporcionar orientación a los maestros sobre cómo mejorar la calidad de su contenido para todos; y para proporcionar a los estudiantes de todas las capacidades acceso inmediato al contenido en formatos que se adapten mejor a sus necesidades específicas [34].

Para lograr la escalabilidad, Blackboard invierte continuamente para hacer que Blackboard Learn sea más receptivo y capaz de manejar mayores volúmenes de tráfico de usuarios con cada lanzamiento. Contiene una serie de pautas de mejora sobre configuración a nivel de código sobre Apache, Java Virtual Machine, Replicación de Clusters, Seguimiento de Logs, Cambios en el esquema de evaluaciones, entre otros para mejorar la escalabilidad y la performance de los sitios creados sobre BlackBoard [35].

La adaptabilidad es un punto clave en el que BlackBoard hace incapié. La última versión de BlackBoard incluye la solución Learning Core, que brinda a las instituciones más posibilidades de desarrollar aprendizaje personalizado, Mobile Learning Solutions y Open Innovation Initiative, que ofrece a los desarrolladores más flexibilidad para integraciones con plataformas.

Esto se generó en base a un cambio empresarial y cultural donde incorporó un sistema de comprensión auditiva y desarrollo de productos para garantizar que los comentarios de los clientes y los cambios del mercado se reciban, comprendan, evalúen y actúen [36].

Así mismo, busca trascender de las funciones comunes de LMS para detectar mejor las necesidades y los cambios del mercado, a una que indique cómo se debe respaldar la enseñanza, el aprendizaje y los resultados de los estudiantes. Esto se puede ver en la creación de grupos de la plataforma. Se pueden crear asignaciones grupales para trabajar en forma colaborativa con otros grupos al mismo tiempo, en la plataforma llamados ultra cursos [37].

En cuanto a la flexibilidad, BlackBoard es totalmente flexible con los roles institucionales y las funcionalidades del portal de aprendizaje. Los roles institucionales le dan a la institución la flexibilidad para entregar información específica a los usuarios y las funcionalidades del portal se pueden establecer por módulos flexibles y pestañas para proporcionar una tienda única para toda la información académica y del campus.

En cuanto a la productividad, Blackboard desarrolló Blackboard Classroom que permite recabar datos de cómo

llevan el aprendizaje los alumnos con el objetivo de impulsar la mejora continua de la escuela y el rendimiento estudiantil y al mismo tiempo mejorar la toma de decisiones a futuro sobre los contenidos [38]. Al mismo tiempo, permite la integración con Dropbox con el objetivo de ahorrar tiempo y esfuerzo a los instructores y a los alumnos para almacenar información de forma privada y sincrónica mientras se aumenta la productividad [39].

VII. CONCLUSIÓN

En el e-learning existen varios gestores de LMS que pueden ayudar a las instituciones educativas a ejercer sus funciones de forma más interoperativa, reusable, manejable, accesible, escalable, adaptable, flexible y productiva que con el esquema tradicional de enseñanza.

En esta investigación, se puede notar cómo el e-learning está en constante cambio y debido a que el estándar está incompleto y antiguo, aún todo queda bajo convenciones de diferentes organizaciones. Sin embargo, los gestores constantemente se van actualizando para hacer frente a las tendencias del mercado y a los pocos estándares definidos.

La situación ideal sería que los organismos de control como la IEEE o el NITS hagan la correcta definición sobre e-learning, los estándares que debe respetar, así como los atributos y las plataformas que cumplen las mismas.

VIII. RESUMEN

El E-learning para su correcto funcionamiento requiere de estándares. Estos estándares por el momento no se encuentran totalmente definidos. Sin embargo, organizaciones como la IEEE y la AICC contribuyeron a crear el estándar SCORM, donde se definían objetos de aprendizaje u OA y su formato y los repositorios de objetos de aprendizaje ROA, así como a definir los principales escenarios para su uso, CBT, IBT y WBT.

Esto derivó en que diferentes organizaciones comenzaran a crear diferentes plataformas pensando en esos objetos de aprendizaje y escenarios. A partir de esto, surgieron CMS, LMS y LCMS.

Las organizaciones para garantizar la viabilidad de las inversiones buscaron garantizar ciertos atributos de calidad, la interoperabilidad, reusabilidad, manejabilidad, accesibilidad, escalabilidad, adaptabilidad, flexibilidad y productividad.

A partir de allí surgieron formas de gestionar haciendo hincapié algunas más en algunos atributos que otros y al mismo tiempo tenían distintos tipos de licencias gratuitas, propietarias, de código abierto, de código cerrado.

Para simplificar la investigación, a partir de estudios europeos realizados por especialistas, se seleccionaron cuatro LMS. Los LMS seleccionados fueron Chamilo, Dokeos, Claroline y BlackBoard.

Estas tecnologías de gestión estaban en su mayoría basadas en web, sobre módulos o componentes que a su vez cada módulo y componente se gestionaba en su interior de formas

diferentes. Algunos lo realizaban por XML, otros usaban extensiones y otros usaban MVC.

IX. REFERENCIAS

- [1] C. Foix y S. Zavando, «Estándares e-Learning: Estado del Arte,» *Virtual Pro Procesos Industriales*, pp. 1-22, 10 Julio 2002.
- [2] C. E. Biscay, «Los estándares de e-learning,» Universidad de Palermo, Buenos Aires, 2013.
- [3] RDF Working Group, «Resource Description Framework (RDF),» 25 Febrero 2014. [En línea]. Available: <https://www.w3.org/RDF/>. [Último acceso: 14 Octubre 2017].
- [4] Global Learning Consortium Inc., «Learning Design Specification,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>. [Último acceso: 14 Octubre 2017].
- [5] J. M. Boneu, «Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos,» *INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN HIGHER EDUCATION (ETHE)*, vol. IV, n° I, pp. 1-12, Abril 2007.
- [6] Rustici Software, «SCORM Explained,» 4 Julio 2017. [En línea]. Available: <https://scorm.com/scorm-explained/>. [Último acceso: 14 Octubre 2017].
- [7] M. A. H. & H. X. Masud, «An E-learning System Architecture based on Cloud Computing,» de *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*, vol. VI, World Academy of Science, Engineering and Technology, 2012, pp. 736-740.
- [8] Parque Científico y Tecnológico de Albacete, «Estudios de los Sistemas de Gestión de Contenidos Web,» Centro de Apoyo Tecnológico a Emprendedores, Castilla-La Mancha, 2012.
- [9] C. L. Guzmán, «Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno e-learning,» Research Group in InterAction and eLearning of the University of Salamanca, Salamanca, España, 2005.
- [10] M. R. C. J. Montilva y M. Hurtado, «Diseño de repositorios de objetos de aprendizaje como estrategia de reutilización e integración de contenidos en modelos de educación virtual,» de *Innovation in Engineering, Technology and Education for Competitiveness and Prosperity*, Cancun, 2013.
- [11] C. L. Guzmán y F. J. G. Peñalvo, «Estándares y Especificaciones para los Entornos e-learning: Convergencia en Contenidos y Sistemas,» Repositorio Documental Gredos, Salamanca, 2017.
- [12] A. J. B. Flores y F. J. G. Peñalvo, «Introducción a los Estándares y Especificaciones para Ambientes e-learning,» Salamanca, 2014.
- [13] J. V. Álvarez Álvarez, «USO DE ESTÁNDARES E-LEARNING EN ESPACIOS EDUCATIVOS,» *Revista Fuentes*, vol. I, n° 5, pp. 1-21, 2004.
- [14] C. A. Clarenc y C. L. d. L. M. E. M. y. S. M. Castro, Analizamos 19 plataformas de e-learning: Investigación colaborativa sobre LMS, España: Grupo GEIPITE, Congreso Virtual Mundial de e-Learning, 2013, pp. 1-152.
- [15] Chamilo Tracking System, «Chamilo LMS Wiki,» 2017. [En línea]. Available: <https://support.chamilo.org/projects/chamilo-18/wiki>. [Último acceso: 19 Octubre 2017].
- [16] Chamilo, «Chamilo 1.9 Teachers Guide,» 2017. [En línea]. Available: <http://cdn-chamilo.cblue.be/docs/en/chamilo-teacher-guide-1.9-en.pdf>. [Último acceso: 19 Octubre 2017].
- [17] Chamilo, «Chamilo database version 19,» 2017. [En línea]. Available: <https://support.chamilo.org/attachments/download/3685/chamilo-19-db.png>. [Último acceso: 19 Octubre 2017].
- [18] ESCT, «About Chamilo,» 11 Febrero 2017. [En línea]. Available: <http://www.esct.rnu.tn/rtpc/documentation/readme.html>. [Último acceso: 2 Octubre 2017].
- [19] ESCT, «Chamilo 1.10 - Guía de Instalación,» 13 Marzo 2017. [En línea]. Available: http://www.esct.rnu.tn/rtpc/documentation/installation_guide_es_ES.html. [Último acceso: 2 Noviembre 2017].
- [20] Y. Warnier, Escritor, *Chamilo LMS y otros LMSes*. [Performance]. Universidad de Valencia, 2013.
- [21] K. M. Garcia, Escritor, *Dokeos*. [Performance]. SlideShare, 2017.
- [22] Universidad Santiago de Cali, «Plataforma Virtual Dokeos Versión 1.6,» 27 Abril 2017. [En línea]. Available: <http://recursos.portaleducoas.org/sites/default/files/2005-04-02494Dokeos.pdf>. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].
- [23] J. Mendoza, «CUADRO COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE EN ENTORNOS VIRTUALES,» SECRETARIA EJECUTIVA DE ESTUDIOS A DISTANCIA, Barinas, 2010.
- [24] Dokeos, «Dokeos Web Site,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.dokeos.com/>. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].
- [25] E. Alulu, «Dokeos VS Claroline,» 14 Junio 2014. [En línea]. Available: <http://unirelearningmaster.blogspot.com.ar/2014/06/dokeos-vs-claroline.html>. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].
- [26] D. M. Maldonado, «Claroline, una plataforma educativa virtual,» 4 Abril 2008. [En línea]. Available: <http://empresayeconomia.republica.com/recursos-humanos/claroline-una-plataforma-educativa-virtual.html>. [Último acceso: 19 Octubre 2017].
- [27] R. P. Maji, Escritor, *Gestión de Cursos Virtuales Con Dokeos*. [Performance]. SlideShare, 2008.
- [28] Claroline, «Core Architecture,» 9 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://github.com/claroline/CoreBundle/blob/master/Resources/doc/sections/core.md#platform-organization>. [Último acceso: 10 Octubre 2017].
- [29] Smile, «CLAROLINE,» 3 Octubre 2017. [En línea]. Available: <http://www.open-source-guide.com/en/Solutions/Applications/E-learning/Claroline>. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].
- [30] Claroline Connect, «Our LMS,» 24 Febrero 2017. [En línea]. Available: <https://www.claroline.net/EN/logiciel.html>. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].
- [31] Blackboard Inc., «About Apache Tomcat,» 2017. [En línea]. Available: https://help.blackboard.com/es-es/Learn/Administrator/Hosting/Architecture/About_Apache_Tomcat. [Último acceso: 19 Octubre 2017].
- [32] Blackboard Inc., «Create and Use Reusable Objects,» 2017. [En línea]. Available: https://help.blackboard.com/Learn/Instructor/Course_Content/Content_Collection/Reusable_Objects_and_Learning_Objects_Catalog/Create_Reusable_Objects. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].
- [33] Blackboard Inc., «Export and Archive Courses,» 2017. [En línea]. Available: https://help.blackboard.com/Learn/Instructor/Course_Content/Reuse_Content/Export_and_Archive_Courses. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].
- [34] Blackboard Inc., «Accessibility at Blackboard,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.blackboard.com/accessibility.html>. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].
- [35] Blackboard Inc., «Performance and Scalability SP 14,» 2017. [En línea]. Available: https://help.blackboard.com/Learn/Administrator/Hosting/Release_Notes/Release_Notes_All_91_Releases/SP_14_Release_Notes/Performance_and_Scalability. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].
- [36] J. Wiley, «Blackboard: A Case Study for Adaptability,» 31 Octubre 2017. [En línea]. Available: <http://www.eduventures.com/2017/10/blackboard-a-case-study-for-adaptability/>. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].
- [37] Blackboard Inc., «Groups,» 2017. [En línea]. Available: https://help.blackboard.com/Learn/Instructor/Interact/Course_Groups. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].
- [38] Blackboard Inc., «Blackboard Classroom: Unleash each student's full potential,» 2017. [En línea]. Available:

http://www.blackboard.com/resources/pdf/bb_classroom_solution_datasheet_021617.pdf. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].

- [39] Blackboard Inc., «Blackboard Learn and Dropbox Education integration: built to increase productivity,» 2017. [En línea]. Available: http://www.blackboard.com/resources/pdf/partners/dropbox/blackboard_dropbox_datasheet_2017.pdf. [Último acceso: 3 Noviembre 2017].

Curra Y. Ivana recibida de Ingeniera en Sistemas Informáticos en la Universidad Abierta Interamericana de Buenos Aires, Argentina en el 2013. Diplomada en PHP y MySQL y como Directora de Tesina por la Universidad Tecnología Nacional. Actualmente trabaja como Senior DevOps en el Centro de Datos de Telefónica Argentina.