

Tipo de artículo: Artículo original

Temática: Soluciones informáticas

Recibido: 18/06/2019 | Aceptado: 18/07/2019 | Publicado: 20/07/2019

Propuesta basada en desarrollo dirigido por modelos para la implementación de un CRAI en línea

Proposal based on Model-Driven development for an online LRC implementation

Orlando Grabiél Toledano López^{1*}, Yordankis Matos López¹, Mailin Carballosa Infante¹, Vladimir Milián Núñez¹

¹ Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera de San Antonio de los Baños km 2 ½, Torrens, La Lisa, La Habana, Cuba. {ogtoledano, yluguen, minfante, vmilian}@uci.cu

* Autor para correspondencia: ogtoledano@uci.cu

Resumen

El desarrollo de la ciencia, la técnica y de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, ha posibilitado un incrementado en la generación del conocimiento, permitiendo que un gran número de bibliotecas universitarias en el mundo evolucionen hacia los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación. Estos centros, brindan un grupo de servicios mediante un portal web, donde los usuarios pueden interactuar y al conocimiento disponible en la Universidad. A raíz de esto, la Facultad de Economía de la Universidad de La Habana ha decidido poner en marcha dicha transformación, y para ello requiere de un sistema que permita la gestión de los servicios que se brindarán en línea, donde se gestionen, recomienden y soliciten materiales para el estudio y las investigaciones. El objetivo del presente trabajo describe la propuesta de un portal web que provee los servicios requeridos. Para ello, se hace uso de un desarrollo dirigido por modelos, donde se describen los principales metamodelos para cada nivel de abstracción y sus reglas de transformación. Por otra parte, se explican transformacionales realizadas sobre clases entidades en lenguaje Java hacia el modelo físico de datos (objetos de tipo tabla en una base de datos relacional), soportada por el gestor *PostgreSQL*, haciendo uso de la API de persistencia JPA.

Palabras clave: Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, biblioteca universitaria, portal web, bases de datos, modelos

Abstract

The development of science, technology and Information and Communication Technologies has made possible an increase in the generation of knowledge, allowing a great number of university libraries in the world to evolve towards Learning and Research Resource Centers. These centers provide a group of services through a web portal,

where users can interact and knowledge available at the University. As a result, the Faculty of Economics of the University of Havana has decided to implement this transformation, and for this requires a system that allows the management of services to be provided online, where they manage, recommend and request materials for study and research. The objective of this paper is to describe the proposal of a web portal that provides the required services. To this end, a model-driven development is used, describing the main meta-models for each level of abstraction and their rules of transformation. On the other hand, transformations are explained on entities classes in Java language towards the physical data model (table objects in a relational database), supported by the PostgreSQL manager, making use of the JPA persistence API.

Keywords: *Learning Research Center, university library, web portal.*

Introducción

El uso de las modernas tecnologías ha provocado un gran impacto en el desarrollo de la sociedad, permitiendo que los avances científicos tengan un crecimiento más acelerado que en épocas anteriores. Esto ha sido impulsado gracias a la incorporación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el quehacer innovador del hombre. Hoy en día está muy difundido el uso del internet a nivel mundial, donde se posibilita la comunicación y el intercambio de información entre personas, sin importar la distancia donde estas se encuentren, haciendo posible explotar al máximo las ventajas de las nuevas tecnologías.

Internet posee un potencial enorme de servicios y oportunidades mediante aplicaciones web, portales, blogs, foros, wikis, motores de búsqueda y otros sistemas que se encargan de satisfacer la creciente demanda informacional que tienen los usuarios en la era digital. A su vez, Internet brinda nuevos instrumentos de apoyo al proceso docente educativo, incrementando los conocimientos y habilidades de los estudiantes, eliminando los monopolios de información que se imponen con los métodos tradicionales, elevando la actividad investigativa e imponiendo la creatividad sobre la reproducción sin sustituir la necesaria labor del educador (Area Moreira, 2009).

Esta situación ha llevado a que las bibliotecas tengan que transformarse, al evidenciarse la necesidad de ofrecer nuevos servicios y nuevas formas de información para la sociedad de hoy, la cual es muy distinta a la de los tiempos donde surgieron estas instituciones, pues desde sus inicios constituyen el centro del saber y el núcleo intelectual de las universidades (Martín Gavilán, 2008).

Los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI), constituyen una excelente innovación para las bibliotecas universitarias. Permiten que las bibliotecas dejen de ser un simple lugar para la consulta y préstamos de materiales, para convertirse en un centro activo para el aprendizaje con el fin de incrementar las competencias de los

usuarios y sus necesidades potenciales en múltiples aspectos (Fonseca, 2012). Es por ello que, en la Facultad de Economía de la Universidad de La Habana, se está desarrollando una investigación encaminada a convertir su biblioteca en un CRAI, al evidenciarse deficiencias en los servicios que prestan en línea:

- Existe total ausencia de instrumentos que sirvan de apoyo al aprendizaje autónomo; estos instrumentos constituyen guías, tutoriales y materiales que permiten el desarrollo de competencias informativas en los usuarios preparándolo para la producción de conocimientos (Quevedo Pacheco, 2010).
- No existe información referente a la infraestructura universitaria, que sirva de guía a personas interesadas en llevar a cabo alguna investigación.
- No se brinda un servicio de recomendación de materiales a los usuarios según sus temáticas de interés.
- Se carece de un espacio en línea donde los usuarios puedan solicitar fuentes bibliográficas, que no existan en la biblioteca.

A partir de este análisis, se ha planteado la interrogante de cómo mejorar la gestión de los servicios en línea para los usuarios de la biblioteca de la Facultad de Economía de la Universidad de La Habana. Por ello, el principal objetivo de este trabajo es describir la propuesta de desarrollo de un portal web, que brinde los servicios de un CRAI en línea en la biblioteca de la Facultad de Economía de la Universidad de La Habana, mediante el cual los usuarios puedan acceder a materiales de diferentes temáticas de interés.

Para el desarrollo de la propuesta se hace uso de paradigma Arquitectura Dirigida por Modelo (MDA, por sus siglas del inglés *Model Driven Architecture*) el cual provee de una aproximación para el diseño, desarrollo e implementación de un software, mediante pautas para estructurar especificaciones de este que se expresan como modelos (Object Management Group, 2003). Este tipo de arquitectura estandariza la lógica del diseño, posibilita la reutilización y aumenta la productividad, en el desarrollo de sistemas de software (Silega-Martínez, Macías-Hernández, Matos, & Febles, 2014).

En el presente trabajo se aborda de forma breve la situación actual de los CRAI, así como una breve descripción de las MDA. Posteriormente se mencionan las tecnologías utilizadas para el desarrollo del portal web propuesto, así como las principales funcionalidades. Por último, se presentan y discuten algunos de los resultados alcanzados.

Materiales y métodos o Metodología computacional

En el mundo existen varios portales que proveen servicios informáticos a las bibliotecas universitarias convertidas en

CRAI. Estos se encuentran principalmente en instituciones prestigiosas de Europa y Norteamérica, debido al alto índice de desarrollo que existe en las investigaciones sobre este campo. Se pueden citar los siguientes ejemplos de instituciones que ya poseen dicha solución: Universidad de Bath, Universidad de Bournemouth, Universidad de Cambridge y la Universidad Carlos III (Zamora Fonseca, 2013). Los sistemas que operan en las universidades mencionadas, persiguen el objetivo común de proporcionarle al usuario el acceso a materiales y otros recursos digitales de la propia biblioteca, tales como: Catálogo electrónico, biblioteca virtual, libros electrónicos, servicios de ALFIN¹ (Universidad Nacional de Cuyo, 2015), entre otros servicios provistos por el propio espacio físico del CRAI, por lo que permiten la mejora de los servicios que se prestan en la institución, al extender su disponibilidad en la web.

El desarrollo de este campo en Cuba está experimentando un proceso de surgimiento y evolución, debido a que solo existe una implementación de esta solución en la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” de Cienfuegos, donde se cuenta actualmente con un portal y una aplicación multimedia. La solución se logró implantar en dicha universidad mediante el uso de una metodología que se desarrolló con el objetivo de implementar los CRAI en el sistema de enseñanza superior cubano. Esta metodología se sometió a evaluación por varios especialistas del tema, catalogándola como adecuada por las encuestas realizadas (Fonseca, 2012). Con la implementación de este CRAI, los estudiantes, profesores e investigadores de esta universidad cubana se beneficiaron de los siguientes servicios: Buró de información, Biblioteca virtual, Laboratorio de ALFIN, reprografía de documentos y tecnología educativa.

Arquitectura dirigida por modelos

MDA es una arquitectura o paradigma definido por el *Object Management Group* (OMG), esta provee un enfoque que apoya el ciclo de vida completo de desarrollo de *software*, soportando el proceso desde la fase de modelado de requerimientos hasta la implementación. Los modelos obtenidos mediante la arquitectura poseen valor derivado que permiten la producción de documentación, especificaciones del sistema, artefactos de tecnología y sistemas ejecutables (Object Management Group, 2014).

MDA incluye además un conjunto de estándares que incluyen la representación, transformación e intercambios de modelos en una variedad de lenguajes. Posibilita la producción de documentación para las partes interesadas del negocio y la ejecución de estos modelos. Los modelos en MDA representan el sistema en cuestión desde cualquier

¹ ALFIN: Alfabetización informacional. Se basa en promover el uso responsable, crítico, creativo y autónomo de la información para la generación del conocimiento individual y colectivo.

nivel de abstracción y punto de vista que van desde arquitecturas empresariales hasta tecnologías de implementación, permitiendo conectar estos puntos (Object Management Group, 2014).

Con el estudio de esta arquitectura se podrán definir diferentes modelos dentro de cada uno de los niveles de abstracciones que guían el ciclo de vida de desarrollo de la propuesta de solución, de una manera flexible y que facilita la reutilización y mejoran la calidad. Esto permite aplicar otro enfoque para el desarrollo del sistema distinto al código y dirigido propiamente por modelos.

Tecnologías y herramientas para el desarrollo del portal web

Como se ha mencionado anteriormente, la Facultad de Economía de la Universidad de la Habana, desea implementar un CRAI, con el objetivo de facilitar el acceso a los recursos disponibles en su biblioteca. El desarrollo de dicho CRAI se basa en tecnologías web, seleccionando las siguientes:

Entorno de desarrollo integrado: Eclipse Luna 4.4. Desarrollado por *ORACLE* y basado en código abierto, permite la creación de múltiples proyectos, herramientas en Java y el desarrollo de complementos (*plugins*), posee una plataforma de herramientas web y se integra con *Maven*² (Apache Software Foundation, 2014) (Eclipse Foundation, 2013).

Sistema Gestor de Bases de Datos: PostgreSQL. Gestor de base de datos desarrollado por *PostgreSQL Global Development Group* (PGDG), es multiplataforma y posee licencia BSD, la cual es una licencia libre permisiva. Permite no solo la implementación de bases de datos relacionales, también simula las multidimensionales (PostgreSQL, 2010).

Lenguaje de programación: Java. Lenguaje fácil de utilizar, práctico y con una larga trayectoria, llegando a realizar grandes proyectos en un tiempo relativamente corto (Zahumenszky, 2013). Posee un paradigma puramente orientado a objetos. Al ser un lenguaje ya maduro dispone de una amplia comunidad de desarrollo donde se pueden adquirir tutoriales y libros para su aprendizaje (Deitel & Deitel, 2008).

Framework de programación: Vaadin 7.1.7. Está diseñado para la creación y mantenimiento de sistemas de alta calidad y con interfaces de usuario fáciles de construir (Grönroos, 2014). Soporta los modelos de programación del

² *Maven*: Repositorio local que se encarga de gestionar librerías, complementos y *drivers* para proyectos Java.

lado del cliente y del servidor, siendo este último su principal fortaleza. Se encarga desde el lado del servidor de la administración de las interfaces de usuario y la comunicación AJAX (JavaScript asíncrono y XML) entre el navegador y el servidor.

Framework para la capa de acceso a datos: JPA 2.0. Construida por *Sun Microsystems* para la plataforma Java EE, se utiliza como ORM. Permite elegir cualquier proveedor de persistencia: sea *Hibernate*, *Eclipse Link*, entre otros según las necesidades, pero todos trabajarán bajo el mismo API que este provee. Se realiza el mapeo de las entidades definiendo anotaciones sobre sus atributos, indicando las restricciones que estos tendrán a la hora de almacenarse en las tablas correspondientes de la base de datos o por un archivo de configuración en formato XML (Marco, 2010).

Servidor de aplicaciones web: Apache Tomcat 7. Basado en código abierto para tecnologías Java *Servlet 3.0* y Java *Server Pages 2.2* (JSP). Está publicado bajo licencia *Apache* versión 2 (Apache Software Foundation, 2014). Posee una comunidad de desarrollo muy selectiva. Es multiplataforma, siendo compatible con todo sistema operativo que posea instalada la máquina virtual de Java.

Lenguaje de modelado: UML 2.0. Es una serie de métodos de análisis y diseño orientados a objetos, posee notaciones estandarizadas que permiten la construcción de diagramas y artefactos tanto en el modelado de análisis y diseño del sistema (González Cornejo, 2008). Esta versión actual simplifica en gran medida la representación de los conceptos, facilitando su uso y la comunicación entre los involucrados en el proyecto (Larman, 2004).

Herramienta CASE: Visual Paradigm for UML 8.0. Utiliza UML como lenguaje de modelado. Provee una estructura de proyecto jerarquizada donde se pueden modelar las diferentes perspectivas del sistema y sus artefactos en cada fase. Incluye herramientas de animación para simular el funcionamiento del modelado que se construye. Permite por otra parte: el análisis de impacto, administración de tareas, diseño colaborativo y generación de código en múltiples lenguajes a partir de clases (Visual Paradigm, 2015).

Resultados y discusión

El portal web fue concebido pensando en las necesidades informacionales del usuario e incrementar los servicios de la biblioteca universitaria, para ello se eligieron un grupo de funcionalidades que ya estaban definidas en las soluciones similares antes planteadas y se adaptaron al contexto de la facultad de Economía de la Universidad de la Habana.

Los servicios que brinda son los siguientes:

- **Búsqueda personalizada de materiales.** Permite que el usuario explore los materiales y recursos electrónicos publicados en el CRAI, mediante diferentes opciones de búsqueda, tales como: autor, rangos de fecha de publicación, formato del material, título, entre otras.
- **Biblioteca personal.** Es un espacio virtual que posee cada usuario registrado, donde este es capaz de gestionar aquellos materiales que sean de su interés.
- **Publicación de materiales y documentos electrónicos.** Permite que los administradores del portal sean capaces de gestionar materiales y recursos en diferentes formatos, con vista a enriquecer el volumen de información del CRAI. Se publican contenidos en formato HTML clasificados por categorías.
- **Recomendación de materiales según las temáticas de interés.** Módulo que recomienda al usuario un grupo de materiales según la información que este brinda en su perfil, en correspondencias con las temáticas de interés, las líneas de investigación y el valor de ponderación que poseen los materiales dada su importancia en el tema.
- **Descarga de materiales en formato electrónico.** Los usuarios del sistema pueden descargar los materiales que deseen del portal, se incluyen materiales en diferentes formatos, tales como: archivos multimedia, audiovisuales y documentos.
- **Solicitud de materiales que no existan en el CRAI.** En caso de no existir el material requerido por el usuario en el CRAI, este puede solicitar la futura inclusión de dicho material, completando un formulario de solicitud. Cuando la solicitud sea atendida, se le notificará al usuario que el material solicitado está disponible.

Principales resultados

Para el desarrollo de la propuesta se definieron un grupo de metamodelos para los niveles de abstracción que propone la Arquitectura Dirigida por Modelo (Object Management Group, 2014):

Modelo independiente de la computación (CIM, siglas en inglés). Este nivel de abstracción describe actividades específicas del entorno donde funcionará el software. Representa el entorno del negocio, el conjunto de actividades a ser desarrolladas, los actores o roles que intervienen, el flujo de información y las condiciones. De forma general, provee de una vista que permite analizar los procesos de negocios (Silega, Macías, Febles, & Noguera, 2014).

Para este nivel de abstracción se aplicaron modelos de procesos de negocio haciendo uso del Modelo y Notación de Procesos de Negocio (BPMN, siglas en inglés). Con esto se analizó el flujo principal de trabajo dentro de la biblioteca

universitaria de la Facultad de Economía, modelando los procesos de sus servicios y el flujo de información entre los actores, así como las actividades ejecutadas por cada uno.

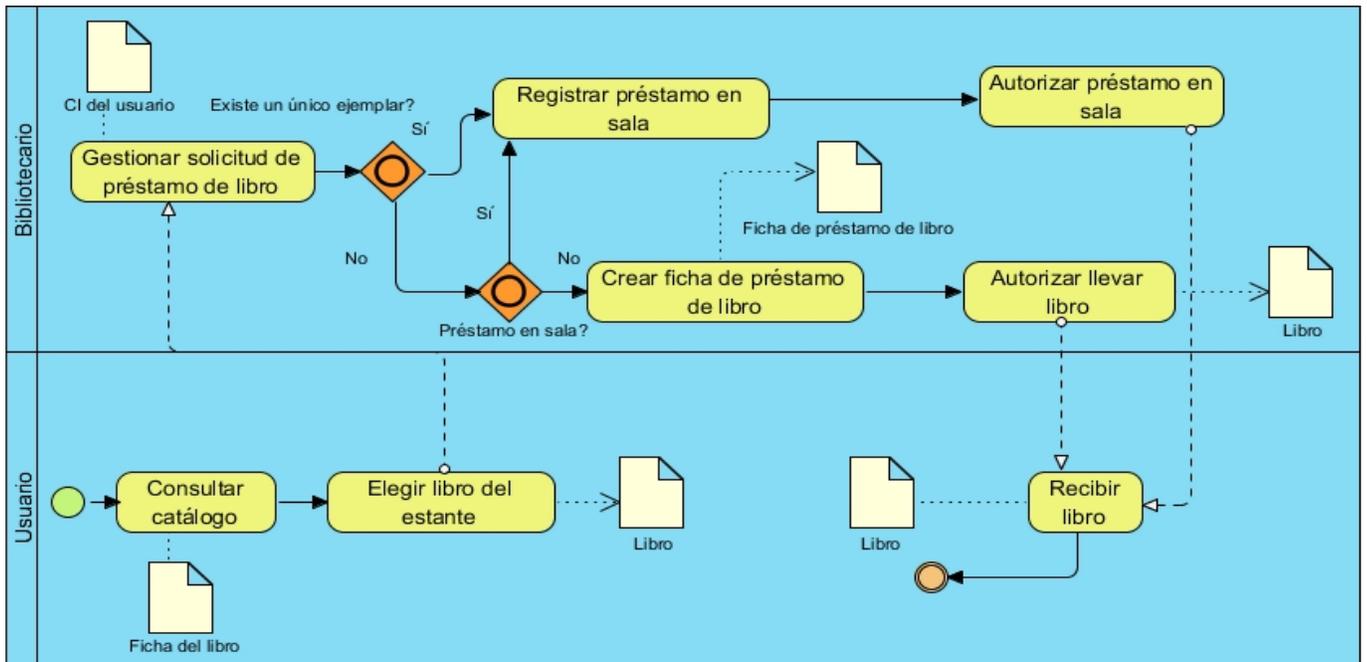


Figura 1. Diagrama BPMN de proceso solicitar libro en la biblioteca

Otro elemento clave que se aplicó fue la representación en forma de clases estáticas de los principales conceptos presentes en el dominio del entorno o problema, para este caso se hizo uso de un modelo de dominio aplicando el lenguaje de modelado UML.

A continuación, se muestra el modelo de dominio donde funcionará la propuesta:

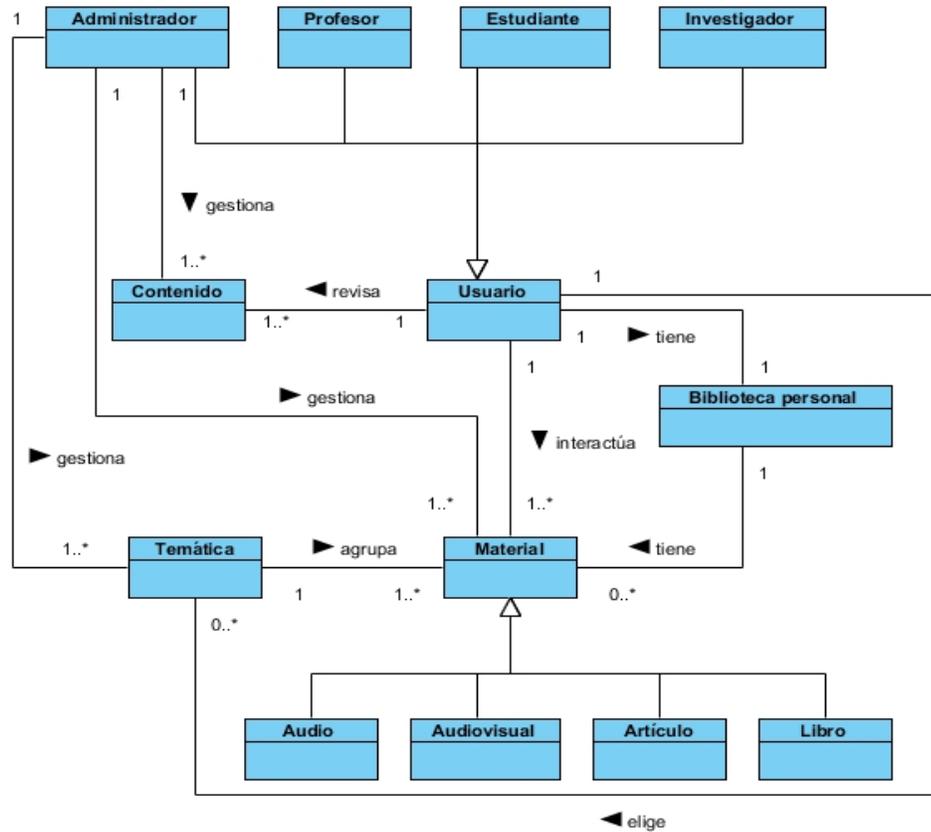


Figura 2. Modelo de dominio

Modelo independiente de la plataforma (PIM, siglas en inglés). Muestra una vista con un nivel de abstracción basado en la arquitectura, mediante la división del sistema en componentes y sus interacciones. En cada componente, como unidad fundamental de la vista lógica, se implementan algunas funcionalidades (Silega, Macías, Febles, & Noguera, 2014).

Para la propuesta de solución se modelaron componentes por cada caso de uso del sistema. A continuación, se muestra el diagrama de componentes del caso de uso Solicitar material:

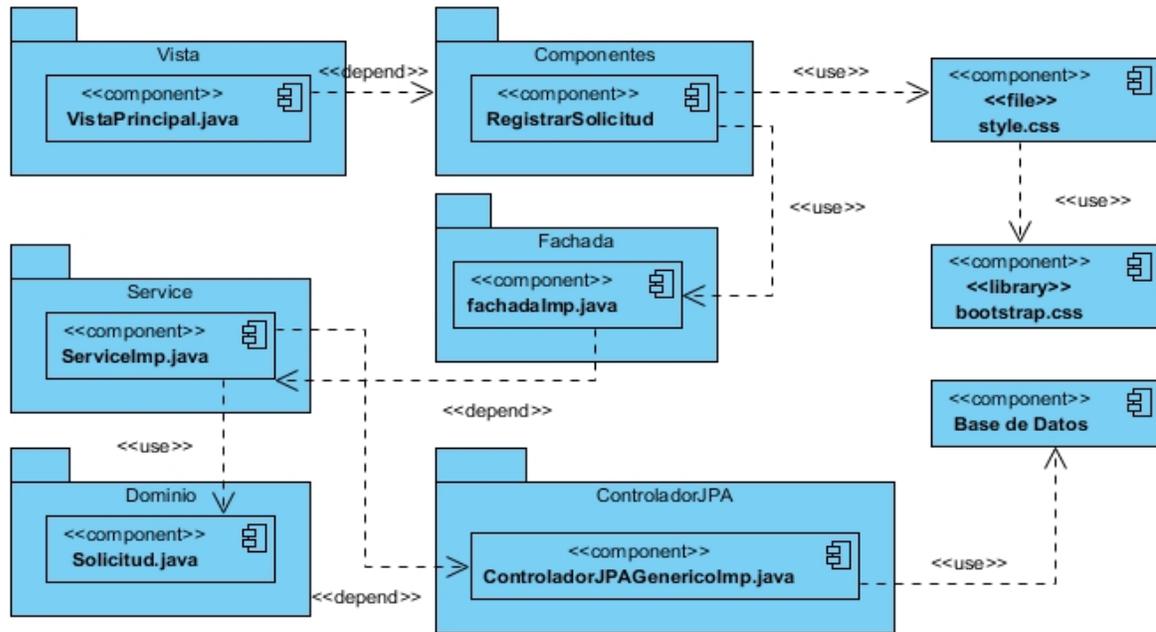


Figura 3. Diagrama de componentes del caso de uso Solicitar material

Modelo específico de la plataforma (PSM, siglas en inglés). Es una vista del sistema desde que hace referencia a una plataforma específica. Combina las especificaciones en el PIM con los detalles de cómo el sistema utiliza un tipo de plataforma en particular. Se pueden aplicar en este nivel tecnologías muy conocidas como J2EE, .Net, JavaSE, entre otras (Loor, 2014).

Para ello se hizo uso de la API JPA en su versión 2.0 con la cual mediante un proveedor de persistencia en formato XML, se definieron los metadatos de conexión a la base de datos en PostgreSQL y las clases que serían persistidas en la misma. Para la definición de reglas de transformación para cada entidad persistencia se hace uso de anotaciones que provee la capa de abstracción Eclipse Link, tanto para definición de las clases, las restricciones de los atributos y métodos *callback*.

A continuación, se muestran algunos de los parámetros del proveedor de persistencia:

```
<properties>
  <property name="javax.persistence.jdbc.url"
    value="jdbc:postgresql://localhost:5432/biblioteca"/>
  <property name="javax.persistence.jdbc.password" value="postgres" />
  <property name="javax.persistence.jdbc.driver" value="org.postgresql.Driver" />
  <property name="javax.persistence.jdbc.user" value="postgres" />
  <property name="eclipselink.logging.level" value="INFO" />
  <property name="eclipselink.ddl-generation" value="create-tables" />
</properties>
```

Figura 4. Fragmento de código de los parámetros de conexión dentro del proveedor de persistencia

Para el manejo de la persistencia de cada entidad y su correcta transformación a tablas dentro de una base de datos se emplean anotaciones de restricción dadas por Eclipse Link y anotaciones para relaciones entre entidades de la base de datos dadas por JPA. A continuación se muestra un fragmento de código que representa lo anterior para la clase Material.

```
@SuppressWarnings("serial")
@Entity
@DiscriminatorColumn(name = "tipomaterial")
public class Material extends Entidad {

    @Column(insertable = false, updatable = false)
    private String tipomaterial;

    @Size(min = 1, max = 50, message = "El título no puede estar vacío")
    protected String titulo;

    @Min(1900)
    @Max(2900)
    protected int anno;

    @Past(message = "Debe ingresar una fecha válida antes de la actual")
    @Temporal(TemporalType.DATE)
    protected Date fechaPublic;

    @OneToMany(cascade = CascadeType.ALL, orphanRemoval = true)
    protected List<PalabrasClave> palabrasClave;
```

Figura 5. Fragmento de código de las anotaciones utilizadas haciendo uso de JPA

Conclusiones

Al término de este trabajo se arriba a las siguientes conclusiones:

- El estudio de las características de los CRAI evidencia la necesidad de crear un portal para mejorar la gestión de los servicios en línea para los usuarios de la biblioteca de la Facultad de Economía de la Universidad de La Habana mediante la utilización de herramientas libres y multiplataforma.
- El desarrollo de la propuesta de solución permitirá a los usuarios gestionar materiales, servicios e información referente a su biblioteca y centro de estudio. Esto constituye una primera aproximación para la transformación de la biblioteca universitaria hacia un Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.
- El estudio de un enfoque dirigido por modelos facilitó la comprensión y el desarrollo de un sistema con mayor calidad y mantenibilidad, ya que esta se centra en aspectos importantes dentro del ciclo de vida de desarrollo: la abstracción, la estandarización y la automatización en la transformación de los modelos.

Referencias

Apache Software Foundation. (12 de 4 de 2014). *Apache Tomcat 7*. Obtenido de Apache Tomcat 7: <http://tomcat.apache.org/tomcat-7.0.doc/index.html>.

Apache Software Foundation. (12 de 4 de 2014). Apache Maven Project. Obtenido de Apache Maven Project: <http://maven.apache.org>

Area Moreira, M. (2009). *Introducción a la tecnología Educativa*. Universidad de La Laguna, España: Creative Commons.

Deitel, H. M., & Deitel, P. J. (2008). *Java How to Program, 7th Edition*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Dennis Wagelaar; Hugo Bruneliere. (28 de 2 de 2015). ATL/User Guide - Introduction. Recuperado el 5 de 3 de 2019, de Wiki Eclipse: https://wiki.eclipse.org/ATL/User_Guide_-_Introduction

Eclipse Foundation. (26 de 6 de 2013). Eclipse Kepler. Recuperado el 7 de 2 de 2015, de Eclipse : <http://eclipse.org/kepler/>

Fonseca, R. Z. (2012). *Cambios operados en la implementación de un Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación*. Universidad de Cienfuegos.

González Cornejo, J. E. (2008). *¿Qué es UML? El lenguaje de modelado Unificado*.

Grönroos, M. (2014). *Book of Vaadin 7ma Edición*. Creative Commons CC-BY-ND.

Larman, C. (2004). *UML y Patrones. Introducción al análisis orientado a objetos*. Prentice Hall.

Loor, L. V. (2014). *Arquitectura Manejada por Modelos*. REVISTA SAN GREGORIO, 64-73.

- Marco, D. (24 de 1 de 2010). Introducción a JPA 2.0 (I). Obtenido de DM davidmarco.es: <http://www.davidmarco.es/articulo/introduccion-a-jpa-2-0-i>
- Martín Gavilán, C. (2008). Bibliotecas universitarias: concepto y función los CRAI. 3.
- Object Management Group. (2003). MDA-The Architecture Of Choice For A Changing World. Recuperado el 1 de 3 de 2019, de OMG: <https://www.omg.org/mda/>
- Object Management Group. (2014). Object Management Group Model Driven Architecture (MDA). MDA Guide rev. 2.0. OMG Document.
- PostgreSQL. (2 de 10 de 2010). Sobre PostgreSQL. Recuperado el 7 de 2 de 2015, de PostgreSQL-es: Portal en español sobre PostgreSQL: http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql#intro
- Quevedo Pacheco, N. L. (2010). Alfabetización informacional en las bibliotecas universitarias: Conceptos y experiencia. Universidad de Lima.
- Silega, N., Macías, D., Febles, J. P., & Noguera, M. (2014). Estado de la complejidad arbitraria y Arquitectura Dirigida por Modelos en el desarrollo de software en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 156-171.
- Silega-Martínez, N., Macías-Hernández, D., Matos, Y., & Febles, J. P. (2014). Framework basado en MDA y ontologías para la representación y. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 85-101.
- Universidad Nacional de Cuyo. (1 de 06 de 2015). ¿Qué es ALFIN? Obtenido de Sistema Integrado de Documentación: <http://sid.uncu.edu.ar/sid/alfin/>
- Visual Paradigm. (5 de 12 de 2015). Features List. Obtenido de Visual Paradigm: <http://www.visual-paradigm.com/features/>
- Zahumenszky, C. (12 de 9 de 2013). ¿Qué lenguaje de programación debería aprender para empezar. Recuperado el 10 de 10 de 2014, de GIZMODO: <http://es.gizmodo.com/que-lenguaje-de-programacion-deberia-aprender-para-emp-1479554075>
- Zamora Fonseca, R. (2013). Propuesta de una metodología para la implementación de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación en el Sistema de Educación Superior Cubano. Editorial de la Universidad de Granada.