



Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 4

**“Sistema para la gestión de los procesos de la
Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI”**

Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autor

Liván Silva García

Tutores

Ing. Yuleisy González Pérez

Lic. Antonio Gutiérrez Laborit

La Habana, junio de 2016

Declaración de Autoría

Declaración de Autoría

Declaro ser el autor del presente trabajo de diploma y otorgo a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo. Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Firma del Autor

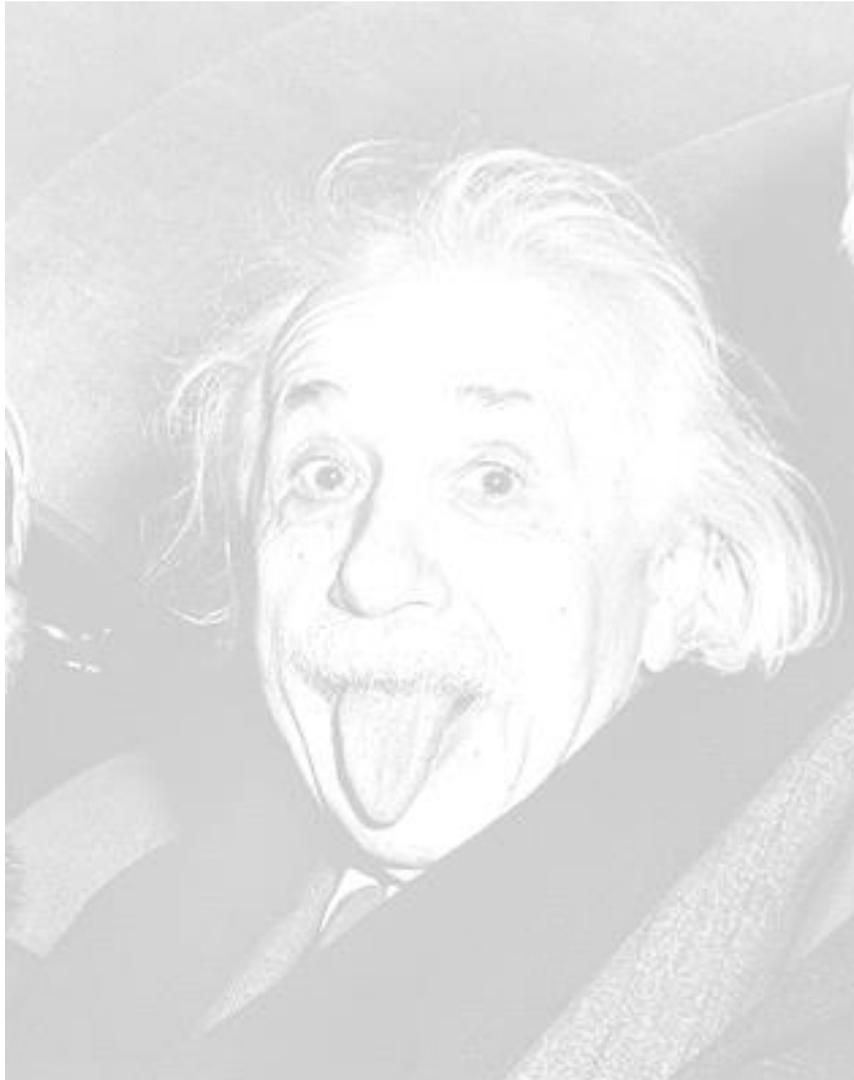
Liván Silva García

Firma del Tutor

Ing. Yuleisy González Pérez

Firma del Tutor

Lic. Antonio Gutiérrez Laborit



*« “Nunca consideres el estudio como una obligación,
sino como una oportunidad para penetrar
en el bello y maravilloso mundo del saber.” »*

Albert Einstein

Dedicatoria y agradecimientos

A mis padres y a mi hermano, mis primeros y mejores maestros.

No voy a mencionar muchos nombres porque siempre se queda alguien.

Quiero agradecer ante todo a mis padres y a mi hermano, mis primeros

y mejores maestros, y en general a toda mi familia, la cual siempre ha

estado pendiente de mí, para permitir que llegara este día. A mis

tutores Yula y Toni, más que tutores, amigos. A Yadiel, a los amigos que

la vida me regaló aquí en la universidad y también los de la infancia

por estar en las buenas y malas. A Roanni, Yulio, Arley y Eduardo por

aclararme tantas dudas. A los directivos, profes y tías de la facultad,

siempre preocupados por nosotros. Y para el que escuche o lea este

texto y crea que debió verse representado también.

Resumen

La extensión universitaria constituye un proceso orientado a promover la cultura en la comunidad intra y extrauniversitaria, entre cuyas salidas se encuentran los proyectos extensionistas. La aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a la ejecución de esta forma organizativa es compleja y requiere de organización y control. El objetivo del presente trabajo es desarrollar un sistema informático que contribuya a la organización y control de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Como parte de las tareas realizadas, se revisó el estado del arte referente a la extensión universitaria y los estándares internacionales relacionados con la dirección de proyectos. Se investigaron las principales tecnologías y herramientas que pudieran ser empleadas y se realizó un estudio de sistemas similares con el objetivo de identificar funcionalidades a tener en cuenta en la propuesta de solución. En correspondencia con la metodología de desarrollo de software AUP, en su variante para la actividad productiva en la Universidad, se identificaron, modelaron y describieron los procesos de negocio. Para la validación del sistema se realizaron pruebas funcionales automatizadas, utilizando el entorno de desarrollo integrado Selenium, evidenciándose la correspondencia entre los objetivos propuestos y los resultados obtenidos. El grado de satisfacción del cliente con la propuesta de solución se corroboró mediante la técnica ladov, la cual arrojó un 93% de satisfacción grupal.

Palabras clave: dirección de proyectos, extensión universitaria, gestión de procesos, proyecto extensionista.

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
1.1 Introducción.....	8
1.2 Extensión universitaria.....	8
1.3 Formas organizativas de la extensión universitaria.....	9
1.4 Enfoque basado en procesos como principio de gestión.....	10
1.4.1 Gestión de procesos.....	10
1.4.2 Software de gestión.....	10
1.5 Project Management.....	10
1.5.1 Enfoque de dirección de proyecto del Internacional Project Management Association.....	11
1.5.2 Enfoque de dirección de proyecto de la Association for Project Management.....	11
1.5.3 Enfoque de dirección de proyecto del Project Management Institute.....	12
1.5.4 Consideraciones sobre los enfoques de dirección de proyecto.....	12
1.6 Procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI.....	13
1.7 Análisis de otros sistemas similares.....	15
1.7.1 Sistemas similares a nivel internacional.....	15
1.7.2 Sistemas similares en la UCI.....	17
1.7.3 Consideraciones sobre las soluciones similares.....	18
1.8 Metodología de desarrollo.....	18
1.8.1 Metodologías ágiles.....	18
1.8.1.1 Programación Extrema.....	19
1.8.1.2 Scrum.....	19
1.8.1.3 Proceso Unificado Ágil.....	19
1.8.1.4 Metodología de desarrollo para la Actividad productiva de la UCI.....	19
1.8.2 Metodologías tradicionales.....	20
1.8.2.1 Rational Unified Process.....	21
1.8.2.2 Microsoft Solution Framework.....	21
1.8.2.3 Justificación de la selección de la metodología de desarrollo.....	21
1.9 Lenguaje de modelado.....	21
1.9.1 Lenguaje Unificado de Modelado.....	22
1.10 Lenguajes de programación y Tecnologías.....	22
1.10.1 Lenguajes de programación del lado del servidor.....	22
1.10.1.1 PHP.....	23
1.10.1.2 Java.....	23
1.10.1.3 Python.....	23
1.10.1.4 Justificación de la selección del lenguaje del lado del servidor.....	23
1.10.2 Lenguaje de programación del lado del cliente.....	23
1.10.2.1 JavaScript.....	24
1.10.3 Tecnologías.....	24
1.10.3.1 HTML.....	24
1.10.3.2 CSS.....	24

1.11	Marcos de trabajo.....	25
1.11.1	CodeIgniter.....	25
1.11.2	Laravel.....	25
1.11.3	Symfony.....	25
1.11.4	Justificación de la selección del marco de trabajo del lado del servidor.....	26
1.11.5	Doctrine.....	26
1.11.6	Twig.....	26
1.11.7	AngularJS.....	27
1.11.8	JQuery.....	27
1.11.9	Justificación de la selección del marco de trabajo del lado del cliente.....	27
1.11.10	Twitter Bootstrap.....	27
1.12	Apache.....	28
1.13	Entorno integrado de desarrollo PHPStorm.....	28
1.14	Herramienta de modelado Visual Paradigm.....	28
1.15	Sistema Gestor de Base de Datos.....	29
1.15.1	PostgreSQL.....	29
1.16	Lenguaje de modelado de procesos de negocio.....	30
1.17	Conclusiones parciales.....	30
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO.....		31
2.1	Introducción.....	31
2.2	Modelo de negocio.....	31
2.2.1	Actores del negocio.....	31
2.2.2	Trabajadores del negocio.....	32
2.2.3	Modelado de procesos.....	33
2.2.4	Descripción de proceso.....	34
2.3	Modelo de dominio.....	38
2.3.1	Conceptos de dominio.....	38
2.3.2	Diagrama de modelo de dominio.....	41
2.4	Descripción del sistema propuesto.....	42
2.5	Requisitos del software.....	43
2.5.1	Requisitos funcionales del sistema.....	43
2.5.2	Requisitos no funcionales del sistema.....	46
2.6	Descripción de requisitos por proceso.....	48
2.7	Descripción de los actores del sistema.....	50
2.8	Modelo de diseño.....	51
2.8.1	Patrones de arquitectura.....	52
2.8.1.1	Patrón Modelo - Vista - Controlador.....	52
2.8.2	Patrones de diseño.....	53
2.8.2.1	Patrones Gang of Four.....	53
2.8.2.2	Patrones de asignación de responsabilidades GRASP.....	53
2.8.3	Diagrama de clases y secuencia del diseño.....	54
2.8.4	Diagrama de despliegue.....	57
2.9	Diseño de la base de datos.....	57

2.10	Conclusiones parciales	58
CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA		59
3.1	Introducción	59
3.2	Implementación	59
3.2.1	Diagrama de componentes	59
3.3	Pruebas de software	60
3.4	Estrategia de prueba.....	60
3.4.1	Niveles de prueba	61
3.4.2	Métodos de prueba	61
3.4.3	Diseño de casos de prueba de software.....	62
3.5	Resultados obtenidos	66
3.6	Conclusiones parciales	71
CONCLUSIONES		72
RECOMENDACIONES		73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		74

Introducción

Las primeras experiencias de lo que se denominó extensión universitaria tienen su origen en las colonias organizadas en 1872, por la Universidad de Cambridge, y las establecidas en los barrios humildes de las grandes ciudades de Inglaterra (Torres Vargas, 1995).

En Latinoamérica, se dieron manifestaciones o hechos aislados de actividad extensionista de la universidad, pero no es hasta 1918 con la Reforma de Córdoba, en Argentina, que por vez primera se habla de la extensión universitaria *“como función social, inherente e inseparable, de las universidades de la región.”* (MES, 2004) Según (Tünnermann Bernheim, 2000) *“ni la universidad colonial ni la que surgió al inicio de la época republicana, se plantearon como tarea propia la labor de extramuros.”*

En Cuba, no es hasta después de 1959 y específicamente con la Reforma Universitaria de 1962, que se propician las condiciones para que la universidad sea el vínculo por el cual la ciencia, la técnica y la cultura se pongan al servicio del pueblo. El Ministerio de Educación Superior, en el año 2004, estableció el Programa Nacional de Extensión Universitaria, con el objetivo estratégico de desarrollar la extensión: *“transformándola a partir de asumirla como un proceso orientado a la labor educativa, que promueva y eleve la cultura general integral de la comunidad universitaria y su entorno social”* (MES, 2004).

El Programa Nacional de Extensión Universitaria, reconoce que entre las salidas del proceso extensionista se encuentran: los programas, proyectos, actividades, acciones y tareas extensionistas; formas organizativas de la extensión que guardan una estrecha relación entre sí y establecen nexos de derivación que transitan del programa a la tarea. El proyecto extensionista, en particular, se ha convertido en un eje articulador de la gestión de la extensión universitaria y elemento clave para dinamizarla y promover las transformaciones que se requieren en este proceso (Fernández-Larrea, 2015).

Al igual que la propuesta de (González, y otros, 1996), el Programa Nacional de Extensión Universitaria define esta forma organizativa como: *“la unidad mínima de asignación de recursos, que a través de un conjunto concreto de actividades, acciones y tareas pretende modificar o transformar una parcela de la realidad sociocultural disminuyendo o eliminando un déficit o solucionando un problema”*, (MES, 2004).

A pesar de que en sus lineamientos generales el Programa Nacional de Extensión Universitaria (MES, 2004) orienta: *“potenciar la realización de proyectos extensionistas dirigidos al desarrollo sociocultural*

comunitario”, el profesor Ernesto Miguel García González¹ plantea que en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) “motivado por la insuficiente integración al sistema de trabajo del MES no es hasta el año 2006 que se inicia la capacitación de directivos, profesores y líderes estudiantiles en la conceptualización de los proyectos extensionistas, lo cual se consolida en el 2012 que es cuando comienza con solidez la práctica mediante esa forma de organización de la extensión universitaria, debido fundamentalmente a que en el momento en que se aprueba el Programa Nacional de Extensión universitaria, la UCI solo tenía 2 años de creada, las estructuras encargadas de asumir la actividad extensionista aún no estaban suficientemente consolidadas, y el personal designado para gestionar el proceso extensionista no había sido capacitado suficientemente para ello” (García González, 2016).

De igual forma refiere que entre 2002 y 2012, se realizaron numerosas actividades, acciones y tareas extensionistas impulsadas en el contexto de la Batalla de Ideas desarrollada durante los primeros años de la universidad, a través del centro cultural Wilfredo Lam y otras áreas de la institución, pero que no se conceptualizaban como proyectos.

Actualmente la Dirección de Extensión Universitaria reconoce que existen en la UCI 24 proyectos extensionistas. El estudio del Programa Nacional de Extensión Universitaria y los documentos que describen a estos proyectos, así como una encuesta aplicada a los Vicedecanos de Extensión de las 7 facultades de la UCI permitió comprobar que:

- A partir del 2012, se han realizado proyectos extensionistas con impacto directo en la comunidad universitaria y/o zonas aledañas a la institución, como resultado del proceso de evaluación entre facultades y profesores, por la iniciativa de estudiantes y trabajadores, por la necesidad de implementar nuevos espacios para la promoción cultural y recreación saludable, así como por el interés de potenciar aptitudes afines con la especialidad y el desarrollo del movimiento de artistas aficionados. Todas estas actividades se realizan sin un adecuado diagnóstico o análisis del banco de problemas de las áreas o la oportuna identificación de relaciones conflictuales entre variables de carácter social.
- Los proyectos son aprobados en el Consejo de Dirección del área en que serán implementados y tienen un documento que los describe, pero los criterios para la aprobación y la información que se

¹ El profesor Ernesto Miguel García González ejerció entre 2004 y 2008 como Director de Extensión Universitaria en la UCI. Entre los años 2008 y 2013 se desempeñó como Vicerrector de Extensión Universitaria. En la actualidad es nuevamente el Director de ese proceso en la universidad.

recoge varía. Para decidir la aprobación de un proyecto, en todos los casos no se exige presentar el desglose de recursos y costo estimado por actividad, acción y/o tareas a realizar.

- Los proyectos no disponen de un presupuesto asignado para su ejecución, pero el área donde fueron aprobados, y la universidad en última instancia, deben asignar los recursos que necesiten para alcanzar sus objetivos. Existen proyectos que adquieren recursos provenientes de instituciones, organizaciones y/o actores sociales con intereses similares a los suyos.
- En todos los proyectos no se registra y controla información sobre sus recursos humanos, por lo que les resulta difícil planificar eficientemente las actividades, acciones y/o tareas a desarrollar. En aquellos proyectos que sí lo hacen, se realiza de forma manual o con el auxilio de herramientas ofimáticas, que no ofrecen protección a los datos, por lo que pueden ser alterados con facilidad.
- Una vez por semana se realiza en la Dirección de Extensión Universitaria un encuentro en el que concilian y aprueban las actividades de la próxima semana. Las personas designadas en cada área para atender los proyectos deben solicitar en este espacio los recursos que necesitan para ejecutar las actividades, acciones y/o tareas que tienen planificadas para la próxima semana. Los recursos solicitados, no siempre son aprobados, en ese caso los proyectos deben reajustar su planificación.
- Los procesos de la dirección de un proyecto extensionista generan volúmenes considerables de información que se gestiona de forma manual o semi-informatizada. La información generada se almacena en múltiples formatos y lugares, por lo que no siempre está disponible cuando se requiere. Entre los formatos que se utilizan para almacenar la información está el papel; el paso del tiempo y la excesiva manipulación han provocado pérdida de información por deterioro de la documentación.
- Como constancia de las actividades, acciones y/o tareas que ejecutan los proyectos para alcanzar sus objetivos se almacenan: fotos, archivos de audio y video, papelería utilizada y otras evidencias. Actualmente no se dispone de un espacio donde conservar de manera centralizada esta información, para que esté disponible cuando se requiera.
- El reflejo en los medios de comunicación de las actividades, acciones y/o tareas realizadas por los proyectos, depende de que se informe con tiempo de las mismas y del interés de los medios por cubrir las, por lo que un número considerable de ellas no son divulgadas. En algunos casos, los miembros de los proyectos asumen el reto de generar artículos sobre el trabajo que realizan, pero no siempre cuentan con la calidad ni la estructura requerida para ser publicados.
- Los proyectos no disponen actualmente de un espacio donde visualizar su objetivo, justificación, vías de contacto u otras informaciones de interés para la comunidad universitaria y sus interesados en

general; lo anterior no favorece la incorporación de nuevos miembros y provoca que se generen matrices de opinión erróneas sobre el trabajo de algunos proyectos.

La forma de proceder antes descrita ha derivado en la aprobación de proyectos extensionistas que la universidad no puede costear o cuya planificación es irreal, no favorece el control de las actividades, acciones y tareas extensionistas que se planifican y ejecutan desde los proyectos, así como la correcta gestión de los recursos humanos del proyecto. Además, se ocasiona retrasos en la entrega de reportes sobre el estado de los proyectos y sus necesidades, por lo que se ha visto afectada la toma de decisiones, al no contar con toda la información requerida o apropiadamente organizada para ello.

A nivel internacional varias asociaciones promueven enfoques de dirección de proyectos, entre ellas el International Project Management Association (IPMA), la Association for Project Management (APM) y el Project Management Institute (PMI) (Vásquez González, 2007) (Valledor, y otros, 2010) (Cardoza Ramírez, y otros, 2011), que no han sido adoptados por los proyectos extensionistas de la UCI. A lo anterior se añade que en Cuba, el Programa Nacional de Extensión Universitaria, expone la metodología del connotado especialista (Ander Egg, 1982) para la presentación de un proyecto, pero no ofrece ninguna cuyo fin sea gestionar los procesos de la dirección de esta forma organizativa.

Se reconoce además, la existencia de sistemas informáticos que tienen como fin apoyar la gestión de los procesos de dirección de proyectos, entre ellos: Redmine, Microsoft Project, GanttProject, Basecamp, Trello y Redbooth. Estos sistemas ofrecen soluciones parciales, pero no permiten gestionar los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas, teniendo en cuenta que no fueron diseñados para respetar los nexos de derivación existentes entre los proyectos extensionistas y las restantes formas organizativas del proceso extensionista (programas, actividades, acciones y tareas extensionistas). De forma similar ocurre con las herramientas Suite de Gestión de Proyectos y Herramienta de Apoyo a la Gestión de Proyectos que han sido desarrolladas en la UCI.

Luego de analizar la problemática anteriormente descrita se identifica como **problema de la investigación**: ¿Cómo contribuir a la organización y control de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI?

La investigación en curso enmarca como **objeto de estudio**: la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas, delimitando como **campo de acción**: la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI.

Para dar solución al problema de la investigación se define como **objetivo general**: desarrollar un sistema informático que contribuya a la organización y control de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI.

Se desglosan del objetivo general los siguientes **objetivos específicos**:

1. Investigar los aspectos teóricos fundamentales que sustentan la investigación, mediante consultas, extracción y recopilación de información relevante sobre el problema a investigar.
2. Realizar el modelado y descripción de los procesos de negocio identificados.
3. Realizar el diseño del Sistema para la Gestión de los Procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas, basado en los requisitos descritos.
4. Implementar el Sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas.
5. Validar la solución obtenida mediante pruebas de software y la técnica ladov.

A partir del problema de la investigación se definen las siguientes **preguntas científicas**:

- ✓ ¿Qué aspectos teóricos sustentan la investigación?
- ✓ ¿Cuáles son los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI?
- ✓ ¿Cómo documentar los procesos de negocio identificados?
- ✓ ¿Cómo obtener una representación del Sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas, basado en los requisitos descritos?
- ✓ ¿Cómo desarrollar una solución para la representación del Sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas?
- ✓ ¿Cómo validar la solución obtenida y su aceptación por parte del cliente?

Para dar cumplimiento al objetivo y resolver la problemática descrita se proponen las siguientes **tareas de la investigación**.

- ✓ Fundamentación teórica sobre los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas.
- ✓ Determinación de herramientas similares.
- ✓ Modelado de los procesos de negocio identificados.
- ✓ Descripción de los procesos de negocio para obtener un mejor entendimiento de los mismos.
- ✓ Análisis de los requisitos de software obtenidos.
- ✓ Diseño de la propuesta de solución a partir del análisis de los requisitos.
- ✓ Diseño del modelo de implementación.
- ✓ Implementación de las funcionalidades del sistema.

- ✓ Diseño de los casos de prueba, en correspondencia con el método de Caja Negra.
- ✓ Aplicación de los casos de prueba diseñados.
- ✓ Realización de pruebas de aceptación mediante la técnica de ladov.
- ✓ Análisis de los resultados obtenidos luego de realizar las pruebas al sistema.

Resultados esperados:

- ✓ Un sistema que contribuirá a organizar y controlar los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI.

Métodos científicos de investigación

El desarrollo de la investigación requirió el empleo de los métodos teóricos y empíricos que se relacionan a continuación:

Métodos científicos de nivel teórico

- ✓ **Método de análisis y síntesis:** para analizar la teoría y descomponer mentalmente la problemática objeto de investigación en pequeñas partes, lo que permitió comprender las relaciones existentes entre los diferentes procesos de gestión de proyectos extensionistas.
- ✓ **Método histórico y lógico:** para estudiar la evolución histórica y tendencias actuales de la Dirección de Proyectos Extensionistas, para la construcción de los referentes teóricos que sustentan la investigación, el estudio de soluciones similares, así como de las metodologías de desarrollo, las tecnologías, herramientas, marcos de trabajo, lenguajes de programación y de modelado utilizados.
- ✓ **Modelación:** para diseñar los procesos de negocio, realizar el diagramado del dominio, las clases del análisis y diseño que dan cumplimiento a los requisitos funcionales de la solución propuesta.

Métodos científicos de nivel empírico

- ✓ **Encuesta:** para obtener información referente a las características de los proyectos extensionistas en la UCI, la documentación que manejan y comprobar el uso o no de aplicaciones informáticas para la gestión de sus procesos.
- ✓ **Entrevista:** para obtener información referente a los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI, permitiendo comprender su flujo de trabajo.
- ✓ **Observación:** se utilizó para identificar buenas prácticas y vulnerabilidades de los sistemas similares y para estudiar el comportamiento de la problemática objeto de investigación en proyectos extensionistas específicos.

Descripción Capitular

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

En este capítulo se analiza y exponen los principales enfoques teóricos e investigaciones que anteceden a la presente, con el objetivo de generar el marco teórico y describir los principales elementos y tecnologías utilizados para desarrollar el sistema que se propone.

Capítulo 2: Descripción de la solución propuesta.

En este capítulo se documentan los procesos identificados en el negocio, se describe el modelo de dominio, y los conceptos asociados al mismo. Se realiza además el análisis y diseño de la propuesta de solución según los requisitos funcionales y no funcionales obtenidos. Incluye la relación de actores del sistema y la descripción de requisitos por procesos.

Capítulo 3: Implementación y pruebas.

En este capítulo se describen los principales aspectos de la implementación, reflejando el empleo de buenas prácticas de programación y estándares de codificación. Incluye además la estrategia seguida para aplicar las pruebas al sistema.

Capítulo 1. Fundamentación teórica

Capítulo 1. Fundamentación teórica

1.1 Introducción

En este capítulo se relacionan los conceptos y aspectos teóricos que sustentan el desarrollo de la solución propuesta. Se fundamenta además la selección de la metodología, las tecnologías, herramientas, lenguajes de programación y de modelado que serán utilizados. El capítulo incluye también, una descripción del estado del arte acerca de los sistemas similares desarrollados en el mundo y en la UCI.

1.2 Extensión universitaria

La extensión universitaria tiene su origen en las colonias organizadas de Inglaterra en 1872, específicamente la Universidad de Cambridge y las establecidas en los barrios humildes de las grandes ciudades de este país (Torres Vargas, 1995). En Latinoamérica, el concepto de extensión, se incorpora durante la Reforma de Córdoba en 1918. Allí se establece que: *“La extensión universitaria tiene por misión proyectar, en la forma más amplia posible y en todas las esferas de la nación, los conocimientos, estudios e investigaciones de la universidad, para permitir a todos participar en la cultura universitaria, contribuir al desarrollo social y a la elevación del nivel espiritual, moral, intelectual y técnico del pueblo”* (Tünnermann, 2000).

La (Universidad Nacional de La Plata, 2015) considera que es el conjunto de actividades conducentes a identificar los problemas y demandas de la sociedad y su medio, coordinar las correspondientes acciones de transferencia y reorientar y recrear actividades de docencia e investigación a partir de la interacción con ese contexto.

Por su parte la (Universidad de La Habana, 2012), reconoce que la extensión universitaria está enfocada a la formación socio-humanista, a la reafirmación de la identidad cultural, a la formación de valores, a la preparación profesional de los estudiantes y al mejoramiento de la calidad de vida de los miembros de la comunidad universitaria y de la población en general.

El Ministerio de Educación Superior de Cuba, en el año 2004 estableció el Programa Nacional de Extensión Universitaria, donde se define la extensión como: *“el proceso que tiene como objetivo promover la cultura en la comunidad intrauniversitaria y extrauniversitaria, para contribuir a su desarrollo cultural.”*

En la investigación se asumirá esta última definición, que resume las concepciones anteriores y permite entender la extensión como un proceso, que no es exclusivo de un área o sector de la Universidad, que puede involucrar a toda la comunidad en la promoción cultural y es el resultado de las relaciones entre sus componentes y de ellos con la sociedad.

Capítulo 1. Fundamentación teórica

Es importante destacar que el estudio del Programa Nacional de Extensión Universitaria resultó clave para el desarrollo de la propuesta de solución.

1.3 Formas organizativas de la extensión universitaria

El proceso extensionista está compuesto por entradas que aportan la información que sirve de base para su desarrollo, procesos que incluyen la totalidad de los elementos empeñados en la producción del cambio deseado y salidas en respuesta a las necesidades de la comunidad intra y extrauniversitaria. Entre dichas salidas se encuentran las formas organizativas del proceso extensionista, a saber: los programas, proyectos, actividades, acciones y tareas extensionistas (MES, 2004). Estas formas organizativas guardan una estrecha relación entre sí y establecen nexos de derivación que transitan del programa a la tarea (Fernández-Larrea, 2015).

El programa extensionista: es un conjunto de acciones interrelacionadas y coordinadas, con el fin de alcanzar objetivos determinados dentro de los límites de una política dada, de un presupuesto y períodos de tiempo determinados. Pueden ser más o menos globales de acuerdo con el grado de generalidad que asumen. El programa constituye la forma organizativa más general para la extensión universitaria (MES, 2004).

El proyecto extensionista: constituye una unidad más operativa dentro del proceso de planeación del trabajo sociocultural universitario, pues ofrece tratamiento a situaciones y problemas específicos. Es una unidad mínima de asignación de recursos, que a través de un conjunto concreto de actividades, acciones y tareas pretende modificar o transformar una parcela de la realidad sociocultural disminuyendo o eliminando un déficit o solucionando un problema (MES, 2004).

Las actividades extensionistas: son aquellas que como parte de la operacionalización de la planeación del trabajo sociocultural universitario ofrecen tratamiento a una situación y problema específico. Se identifican como tales el conjunto de acciones y tareas que tienen un carácter similar o están estrechamente relacionadas y que se orientan al cumplimiento de un objetivo específico o a parte del mismo. Las actividades pueden formar parte o no de un proyecto, su planificación puede ser independiente de estos, pero siempre estarán en el marco de la política que establece un programa (MES, 2004).

Las acciones extensionistas: están integradas por un conjunto de tareas que se identifican fuertemente entre sí por sus características similares y su orientación a propósitos muy específicos. Las acciones pueden existir en casos excepcionales independientes a las actividades y proyectos, pero siempre responden a la política y estrategias del programa (MES, 2004).

Capítulo 1. Fundamentación teórica

Las tareas extensionistas: representan la célula constitutiva del proceso extensionista y del trabajo sociocultural universitario, por ser la expresión más pequeña del mismo que mantiene sus características y relaciones fundamentales. Por eso la subdivisión de una tarea implicaría el desmembramiento del proceso y la pérdida de sus cualidades. Constituyen los eslabones primarios que permiten el alcance de los resultados esperados y la solución del problema (MES, 2004).

1.4 Enfoque basado en procesos como principio de gestión

El enfoque basado en procesos es un principio de gestión básico y fundamental para la obtención de resultados, reconocido tanto en la familia ISO 9000 como en el modelo que propone la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (EFQM) (Beltrán Sanz, y otros, 2009).

1.4.1 Gestión de procesos

La gestión de procesos es un enfoque metodológico en el uso de técnicas y herramientas que comprende los aspectos relacionados al mejoramiento y al cambio radical de los procesos, su implantación en la organización, la visualización de nuevas estrategias de trabajo, el diseño o rediseño de las actividades y la implementación de un cambio en sus tres dimensiones: la tecnológica, la humana y la organizativa. Asimismo, uno de los aspectos más importantes es el control de los procesos para asegurar la calidad de su ejecución y de los productos o servicios obtenidos (Universidad ESAN, 2014).

El enfoque basado en procesos es un principio de gestión básico y fundamental para la obtención de resultados, pero la gestión basada en procesos no es un fin en sí mismo, sino un medio para alcanzar eficaz y eficientemente los objetivos (Beltrán Sanz, y otros, 2009).

1.4.2 Software de gestión

Software de gestión o sistema informático de gestión hace referencia a las aplicaciones informáticas en las que se apoyan las organizaciones, empresas o proyectos para desarrollar sus actividades. Estos sistemas soportan las funciones administrativas y de gestión, así como las comunicaciones; añadiendo valor a los productos y servicios de las organizaciones, empresas o proyectos (Encyclopedia of Computer Science, 2003).

1.5 Project Management

Project Management es una disciplina que abarca la organización, el planeamiento, la motivación y el control de los recursos con la finalidad de alcanzar los objetivos propuestos para lograr el éxito en uno o

Capítulo 1. Fundamentación teórica

varios proyectos dentro de las limitaciones establecidas. Estas limitaciones suelen ser el alcance, el tiempo, la calidad y el presupuesto (PMM Institute For Learning, 2016).

En la terminología anglosajona, Management es un término que tiene múltiples dimensiones. Al traducirlo al español: Dirección, Gestión, Administración o Gerencia son algunos de los vocablos empleados habitualmente. Esto ocasiona problemas porque en español estos términos no son exactamente sinónimos. Para (López Paredes, 2008) las diferencias entre los términos se ven claramente al referirse a las personas que desempeñan las distintas actividades: el Director es quien dirige, el Gestor es quien gestiona y el Administrador es quien administra. Aunque todos deben gestionar, y para ello tienen que desempeñar una competencia común: tomar decisiones.

Son varios los autores que coinciden en destacar las diferencias, asociando la dirección con la estratégica y la gestión o administración con la táctica (Grifol) (López Paredes, 2008) (machTi, 2015). Sin embargo en la práctica se observa que el término Management continúa siendo traducido como Dirección pero también como Gestión, Administración o Gerencia. En la investigación se traducirá el término Project Management como dirección de proyecto, respetando la traducción hecha por otros autores.

A nivel internacional se reconocen varias asociaciones representativas en este ámbito, entre ellas el IPMA, APM y el PMI (Vásquez González, 2007) (Valledor, y otros, 2010) (Cardoza Ramírez, y otros, 2011). A continuación se relacionan aspectos significativos de los enfoques que proponen estas asociaciones.

1.5.1 Enfoque de dirección de proyecto del Internacional Project Management Association

El Internacional Project Management Association (IPMA) considera que la dirección de un proyecto es la planificación, organización, supervisión y control de todos los aspectos de un proyecto y la dirección y liderazgo de todo lo necesario para alcanzar los objetivos del proyecto de forma segura y dentro de unos criterios acordados de tiempo, coste, alcance y rendimiento/calidad (IPMA, 2009).

1.5.2 Enfoque de dirección de proyecto de la Association for Project Management

Association for Project Management (APM), asume como concepto que un proyecto es un esfuerzo único, transitorio, llevado a cabo para lograr los objetivos previstos, que pueden ser definidos en términos de productos, resultados o beneficios. Generalmente considerado como un éxito si logra los objetivos de acuerdo con sus criterios de aceptación, dentro de una escala de tiempo y presupuesto acordado (APM, 2016 a).

Capítulo 1. Fundamentación teórica

APM plantea que la dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer sus requisitos (APM, 2016 a). Se consideran como procesos de la dirección de proyectos: la monitorización, el control, la comunicación y la gestión de recursos humanos. En tanto la iniciación, los requisitos, la planificación, la ejecución y el cierre son reconocidas como sus fases (APM, 2016 b).

1.5.3 Enfoque de dirección de proyecto del Project Management Institute

Project Management Institute (PMI) en 2013, publicó la quinta edición de *La Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK)*, que proporciona pautas para la dirección de proyectos individuales y define conceptos relacionados con la profesión de la dirección de proyectos. Además contiene detallado en su Anexo A1, el estándar para la dirección de proyectos, de amplio reconocimiento a nivel internacional (Project Management Institute, Inc, 2013).

PMI - PMBOK considera que un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que tiene un principio y un final definidos. Además es único, ya que no es una operación de rutina, sino un conjunto específico de operaciones destinadas a lograr un objetivo singular (Project Management Institute, Inc, 2013) (PMI, 2016).

Para PMI- PMBOK la dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto. Para la dirección de proyectos, identifica 47 procesos, que se agrupan en 5 categorías conocidas como Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos, y 10 Áreas de Conocimiento diferenciadas (Project Management Institute, Inc, 2013) (PMI, 2016).

1.5.4 Consideraciones sobre los enfoques de dirección de proyecto

El estudio de 3 de los enfoques de dirección de proyectos más reconocidos a nivel internacional permitió tener una visión más clara de lo que es un proyecto y las distintas formas en que pueden ser gestionados sus procesos, concluyendo que:

- un proyecto es un esfuerzo único,
- que se realiza para alcanzar objetivos definidos en forma de productos, resultados o beneficios,
- dentro de una escala de tiempo y presupuesto acordado.

Capítulo 1. Fundamentación teórica

Lo anterior no difiere sustancialmente de la definición de proyecto que aparece en el Programa Nacional de Extensión Universitaria, por lo que se decidió asumir en la investigación, el proyecto como una de las formas organizativas del proceso extensionista, entendiéndolo tal y como aparece caracterizado en el Anexo 1 del Programa Nacional.

Se determinó que los procesos, grupos de procesos y áreas de conocimiento que propone PMI – PMBOK, no se ajustan en su totalidad a las necesidades y características específicas de los proyectos extensionistas en la UCI, aunque fueron tomados en cuenta en la investigación.

1.6 Procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI

Actualmente, la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI no cuenta con un proceso homogéneo aplicable a todos los proyectos extensionistas. A continuación se muestra el resultado de un estudio realizado en conjunto con el área antes mencionada.

Gestionar procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas: es el proceso de gestionar de manera integrada los procesos que se requieren para alcanzar los objetivos de un proyecto extensionista en la UCI, a saber: Constituir proyecto extensionista, Identificar interesados del proyecto extensionista, Realizar planificación estratégica del proyecto extensionista, Realizar planificación operativa del proyecto extensionista, Ejecutar la planificación del proyecto extensionista, Evaluar el trabajo del proyecto extensionista, Gestionar solicitud de cambio y Cerrar proyecto extensionista.

Constituir proyecto extensionista: es el proceso de autorizar formalmente la creación de un proyecto extensionista en un área de la UCI.

Identificar interesados del proyecto extensionista: es el proceso de identificar las personas, grupos u organizaciones que podrían afectar o ser afectados por una decisión, actividad o resultado del proyecto, así como de analizar y documentar información relevante relativa a sus intereses, participación, influencia y posible impacto en el éxito del proyecto extensionista.

Realizar planificación estratégica del proyecto extensionista: es el proceso de desarrollar e implementar los planes necesarios para alcanzar los propósitos y objetivos del proyecto extensionista, generalmente con una visión global y en una etapa temprana del ciclo de vida del proyecto. En esta etapa la información está menos definida por lo que se determinan las actividades, acciones y tareas a realizar, conforme el nivel de detalle que se tiene en ese momento y luego en la medida en que se tiene mayor conocimiento, se planifica a corto plazo. Incluye los procesos: Diseñar lógica de intervención, Diseñar cronograma, Estimar presupuesto e Identificar riesgos.

Capítulo 1. Fundamentación teórica

- **Diseñar lógica de intervención:** es el proceso de obtener un instrumento que contempla el objetivo general del proyecto extensionista, los objetivos específicos, los resultados esperados y las actividades, acciones y/o tareas extensionistas que se prevé desarrollar para alcanzar dichos objetivos. Contempla además los indicadores objetivamente verificables, las fuentes de verificación y los factores externos indispensables para el desarrollo del trabajo del proyecto extensionista.
- **Diseñar cronograma:** es el proceso de obtener un instrumento complementario que recoge los elementos que permiten hacer más operativa la planificación, a saber: la secuencia de actividades, acciones y tareas extensionistas a realizar, el tiempo estimado y la relación que existe entre ellas.
- **Estimar presupuesto:** es el proceso de estimar y valorizar en términos monetarios el costo total del proyecto extensionista como resultado de la suma de los costos asociados a cada actividad, acción y tarea extensionista, incluyendo además un porcentaje para imprevistos. Aunque la Universidad no le asigna recursos monetarios directamente a los proyectos extensionistas, el presupuesto estimado es utilizado para la negociación con posibles agentes financiadores externos.
- **Identificar riesgos:** es el proceso de analizar los documentos de la planificación y el listado de interesados del proyecto para identificar si hay algún elemento que pueda representar un riesgo para la ejecución del proyecto extensionista y el logro de los objetivos. Implica además, determinar las causas del riesgo, determinar la probabilidad de ocurrencia del riesgo, determinar su posible impacto, así como determinar la/as estrategia/as de mitigación.

Realizar planificación operativa del proyecto extensionista: es el proceso de desarrollar planes para alcanzar los objetivos del proyecto a corto plazo, generalmente a partir de una planificación estratégica elaborada con anterioridad. En estos planes se detallan las actividades, acciones y tareas a realizar. Puede incluir el desglose de los recursos necesarios y la delimitación de los responsables. Implica diseñar el cronograma del mes y las estrategias para su gestión.

Ejecutar planificación del proyecto extensionista: es el proceso de llevar a cabo el trabajo definido en las planificaciones estratégica y operativa, con el fin de alcanzar los objetivos del proyecto.

Evaluar el trabajo del proyecto extensionista: es el proceso de dar seguimiento, revisar e informar del avance del proyecto con respecto a los objetivos definidos en la planificación estratégica del proyecto. Implica recomendar acciones correctivas o preventivas para anticipar posibles problemas.

Capítulo 1. Fundamentación teórica

Gestionar solicitud de cambio: es el proceso de analizar las solicitudes de cambio, aprobar o no la realización de cambios en la planificación estratégica u operativa del proyecto extensionista; y comunicar las decisiones correspondientes.

Cerrar proyecto extensionista: es el proceso que consiste en finalizar todas las para concluir formalmente el proyecto o una fase del mismo.

1.7 Análisis de otros sistemas similares

En este acápite se describen algunos sistemas de gestión de proyectos, de amplio uso a nivel internacional, así como otras desarrolladas en la UCI. Aunque su fin no es exactamente la gestión de proyectos de extensión universitaria, las herramientas analizadas poseen un grupo de características que deben ser tomadas en cuenta en el desarrollo del sistema que se propone.

1.7.1 Sistemas similares a nivel internacional

Redmine

Es una aplicación web para la gestión de proyectos de software, es de código abierto y liberado bajo los términos GPL v2 (General Public Licence v2, en inglés). Algunas de sus principales características son: soporte para múltiples proyectos, roles flexibles basados en control de acceso, diagrama de Gantt y calendario, noticias, documentos, gestión de archivos, wiki, foros, notificaciones por correo electrónico, soporte para múltiple autenticación LDAP, soporte para múltiples bases de datos (Redmine, 2016). Redmine puede utilizarse como gestor de todas las tareas grupales e individuales de la empresa, aparte de que en sí mismo, gracias a su eficaz buscador interno, es una potente base de conocimientos que se va alimentando de forma automática (Blasco, 2013).

Microsoft Project

Es un software diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar el presupuesto y analizar cargas de trabajo. Es además, una aplicación de escritorio que dificulta el trabajo fluido en equipo, principalmente si el personal se encuentra disperso físicamente. Otra desventaja de Microsoft Project es su condición de software propietario que implica el pago de las licencias pertenecientes a Microsoft, así como de los cursos de capacitación para el personal que usará la herramienta. Además, no permite medir la productividad de las máquinas ni de las personas y carece de las herramientas básicas para la planeación de la mayoría de proyectos (Cuní, 2012).

Capítulo 1. Fundamentación teórica

GanttProject

Es un software de escritorio de código abierto, con continuas actualizaciones y licencia GPL (General Public License). Su característica más destacada es la capacidad de crear, modificar e imprimir complejos diagramas de Gantt, que se pueden convertir en PDF o HTML fácilmente. Además, sirve para crear diagramas de Pert. Permite organizar las tareas de forma jerárquica, subordinando unas a otras y mostrando así el orden en que deben ser realizadas y la prioridad de cada una. También permite establecer hitos. (Cobian, 2014).

Basecamp

Es una aplicación web para la gestión de proyectos. Tiene un escritorio bien diseñado donde se muestran todos los proyectos y clientes a la vez. Al entrar a cada proyecto se puede ver si hay tareas nuevas o pendientes y al terminarla, permite marcarla como finalizada. Otra ventaja es que tiene agrupadas todas las comunicaciones en un mismo espacio. Incluye también una línea de tiempo y un calendario. Es posible responder a las discusiones desde el correo (sin haber accedido al sistema). En cuanto al trabajo en equipo, es muy fácil subir y compartir archivos e incluso llevar un registro de los cambios en cada uno. Permite hacer un seguimiento del progreso de cada miembro y de cada tarea. Además, algunas de las versiones de pago permiten controlar el tiempo dedicado a cada actividad. En cuanto al soporte, éste es un software basado en la nube y con aplicaciones para iPhone. Ofrece varias alternativas de pago, que varían en función de la magnitud de la organización, y una versión gratuita limitada a un proyecto, que aunque no tiene límite de usuarios, no permite compartir archivos (Cobian, 2014) (LanceTalent, 2016).

Trello

Es una herramienta web gratuita, que permite ver qué tareas hay en cada proyecto de forma bien detallada, quién las tiene asignadas y determinar la fecha límite para cada tarea. Los proyectos se pueden organizar en placas o paneles en los que se pueden crear tarjetas, que son el equivalente a tareas. Una tarjeta puede ser asignada a alguien, además es posible que los colaboradores se asignen tarjetas pendientes, así como cambiar al responsable de cada tarea. Tiene un diseño muy funcional con la información ordenada en columnas, que puede usarse para organizar las tareas según sean nuevas, importantes, estén bloqueadas o pendientes, sean profesionales o personales. Además, se les puede agregar etiquetas de colores para encontrarlas y distinguirlas fácilmente. Compartir documentos con Trello es muy sencillo, ya que permite trabajar con Dropbox y Google Drive para adjuntar archivos a las tareas.

Capítulo 1. Fundamentación teórica

También tiene un calendario de tareas que fácilmente se puede incorporar a Google Calendar (Cobian, 2014).

Redbooth

Este software de gestión es una aplicación web propietaria, útil para proyectos colaborativos. Tiene un escritorio que da un pantallazo general de la situación con todas las nuevas notificaciones de los diferentes proyectos, desde mensajes a actualizaciones de tareas. Permite crear diferentes organizaciones que tienen dentro los proyectos.

Los proyectos disponen de una pestaña de tareas, donde están las actividades organizadas en columnas o listas, que funcionan como grandes categorías para agrupar actividades que sean similares. Además es posible asignarle un responsable a la tarea, ponerle una fecha límite, hacer un comentario sobre ella, rechazarla o marcarla como finalizada. Tiene un espacio para tomar y compartir notas, permite hacer y programar videoconferencias, y destaca además su buscador, que sirve para encontrar tareas por nombre o etiqueta, por responsable, por fecha o estatus, entre otros (Cobian, 2014) (LanceTalent, 2016).

1.7.2 Sistemas similares en la UCI

Paquete para la Gestión de Proyectos

Es una herramienta web para la dirección integrada de proyectos y la ayuda a la toma de decisiones, desarrollada por la UCI. Entre los principales módulos que componen el sistema se encuentran: Módulo de planificación de proyectos, Módulo de control y seguimiento, Módulo de gestión de riesgos, Módulo de gestión costos y facturaciones, Módulo de gestión de la logística y contratos con proveedores, Módulo de gestión de contrataciones e interesados, Módulo de gestión documental, Módulo de integración con sistemas de información geográfica (SIG), Módulo de integración con otras plataformas, Módulo de configuración y seguridad. Desde la vista de la arquitectura de procesos, el sistema se rige por el estándar PMBOK del Project Management Institute y las buenas prácticas del programa de formación del Máster en Gestión de Proyectos de la Universidad de las Ciencias Informáticas (Piñero Pérez y otros, 2014).

Herramienta de Apoyo a la Gestión de Proyectos

Es una herramienta web, desarrollada en 2008 en la UCI. Permite gestionar la documentación, los costos, los riesgos, los recursos y las actividades de un proyecto. La herramienta fue desarrollada tomando como base la *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos* (PMBOK), del Project Management Institute, en su tercera edición. Los procesos de las áreas de conocimiento Gestión de la Integración del

Capítulo 1. Fundamentación teórica

Proyecto y Gestión de los Interesados del Proyecto, no fueron tomados en cuenta, pues estas áreas se añadieron en ediciones posteriores del PMBOK (Cano Otero, y otros, 2008).

1.7.3 Consideraciones sobre las soluciones similares

El estudio de las herramientas similares permitió comprobar que aunque no fueron diseñadas específicamente para la gestión de proyectos extensionistas, poseen los siguientes elementos comunes que deben ser tomados en cuenta en el sistema que se propone:

- Control de acceso basado en roles.
- Gestión de documentación y noticias.
- Integración con el correo electrónico.
- Creación de proyectos.
- Gestión de los recursos humanos de un proyecto.
- Gestión de las distintas fases y actividades de un proyecto.
- Visualización de informes o reportes sobre los proyectos registrados.
- Uso de Calendario para visualizar las actividades de un proyecto.

Es importante señalar que las herramientas estudiadas no permiten gestionar los proyectos extensionistas teniendo en cuenta las relaciones y nexos de derivación que establece el Programa Nacional de Extensión Universitaria, para las formas organizativas del proceso extensionista.

1.8 Metodología de desarrollo

Una metodología de desarrollo de software es un marco de trabajo usado para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo en sistemas de información. Comprende los procesos a seguir sistemáticamente para idear, implementar y mantener un producto software desde que surge la necesidad del producto hasta que se alcanza el objetivo por el cual fue creado. Las metodologías definen con precisión los artefactos, roles y actividades involucrados, junto con prácticas y técnicas recomendadas (Laboratorio Nacional de Calidad del Software de INTECO, 2009).

En la actualidad las metodologías de desarrollo de software se dividen en 2 grandes grupos: ágiles y tradicionales.

1.8.1 Metodologías ágiles

Las metodologías ágiles nacen como respuesta a los problemas que puedan ocasionar las metodologías tradicionales y se basa en dos aspectos fundamentales, retrasar las decisiones y la planificación

Capítulo 1. Fundamentación teórica

adaptativa. Basan su fundamento en la adaptabilidad de los procesos de desarrollo. Estas metodologías ponen de relevancia que la capacidad de respuesta a un cambio es más importante que el seguimiento estricto de un plan (Laboratorio Nacional de Calidad del Software de INTECO, 2009).

Entre los ejemplos más representativos de este grupo se encuentran: la Programación Extrema (XP), Scrum y el Proceso Unificado Ágil (AUP).

1.8.1.1 Programación Extrema

XP evidencia principios tales como el desarrollo incremental, la participación activa del cliente, el interés en las personas y no en los procesos como elemento principal, y aceptar el cambio y la simplicidad. Tomó su nombre por las prácticas reconocidas en el desarrollo de software y por la participación del cliente en niveles extremos. Esta metodología incluye las fases de: planeación, diseño, codificación y pruebas (Oiver Andrés Pérez A., 2011).

1.8.1.2 Scrum

Scrum es una metodología ágil útil para empresas de desarrollo de software orientadas a varios clientes. Consiste en un modelo de asignación de tareas diarias basado en reuniones rápidas y control de la evolución de los procesos. Es muy bueno para llevar un seguimiento de las tareas que se están llevando a cabo y saber en qué puntos se ha atascado el equipo. Además, la profundidad de las tareas que se asignan en Scrum tiende a ser incremental, y esto coincide exactamente con el devenir normal de un proceso de desarrollo (Grifol).

1.8.1.3 Proceso Unificado Ágil

AUP es una versión simplificada del Proceso Unificado de Rational (RUP). Este describe de una manera simple y fácil de entender la forma de desarrollar aplicaciones de software de negocio usando conceptos que aún se mantienen válidos en RUP y técnicas ágiles. Al igual que en RUP, en AUP se establecen cuatro fases que transcurren de manera consecutiva: inicio, elaboración, construcción y transición. En el proceso AUP las disciplinas de: Modelado de Negocio, Requisitos y Análisis y Diseño, se agrupan en una sola, mientras que las restantes (Implementación, Pruebas, Despliegue, Gestión de Configuración, Gestión y Entorno) coinciden con las de RUP (Universidad Unión Bolivariana, 2014).

1.8.1.4 Metodología de desarrollo para la Actividad productiva de la UCI

Como parte de un proceso de estandarización llevado a cabo en los centros productivos de la UCI, el MSc. Reynaldo Rosado Roselló, en su carácter de Vicerrector de Producción en la universidad, haciendo

Capítulo 1. Fundamentación teórica

valer las facultades otorgadas para desempeñar este cargo, aprueba la Indicación 1 correspondiente al año en curso (Roselló, 2016).

A partir de que el Modelado de negocio propone tres variantes a utilizar en los proyectos (Casos de Uso del Negocio (CUN), Descripción de Procesos del Negocio (DPN) o Modelo Conceptual (MC)) y existen tres formas de encapsular los requisitos (Casos de Uso del Sistema (CUS), Historias de Usuario (HU) o Descripción de Requisitos por Proceso (DRP)), surgen cuatro escenarios en la metodología AUP en su variante UCI para modelar el sistema en los proyectos, manteniendo en dos de ellos el MC, quedando de la siguiente forma:

Escenario No 1: proyectos que modelen el negocio con CUN solo pueden modelar el sistema con CUS.



Escenario No 2: proyectos que modelen el negocio con MC solo pueden modelar el sistema con CUS.



Escenario No 3: proyectos que modelen el negocio con DPN solo pueden modelar el sistema con DRP.



Escenario No 4: proyectos que no modelen negocio solo pueden modelar el sistema con HU.



Las metodologías ágiles facilitan el trabajo en equipos pequeños de desarrollo, ya que se concentran más en el desarrollo de la solución que en la generación de documentación exhaustiva, pero necesitan de una constante comunicación entre los clientes y desarrolladores.

1.8.2 Metodologías tradicionales

Las metodologías tradicionales son denominadas como metodologías pesadas. Centran su atención en llevar una documentación exhaustiva de todo el proyecto y en cumplir con un plan de proyecto, definido todo esto, en la fase inicial del desarrollo del proyecto. Se focalizan en la documentación, planificación y procesos (plantillas, técnicas de administración, revisiones, etc.). Otra de las características importantes dentro de este enfoque, son los altos costes al implementar un cambio y la falta de flexibilidad en proyectos donde el entorno es volátil (Laboratorio Nacional de Calidad del Software de INTECO, 2009).

Entre los ejemplos más representativos de este grupo se encuentran las metodologías: RUP y la Microsoft Solution Framework (MSF).

Capítulo 1. Fundamentación teórica

1.8.2.1 Rational Unified Process

RUP tiene como objetivo ordenar y estructurar el desarrollo de software, en la cual se tienen un conjunto de actividades necesarias para transformar los requisitos del usuario en un sistema. Es un proceso basado en los modelos en Cascada y por Componentes, el cual presenta las siguientes características: es dirigido por los casos de uso, es centrado en la arquitectura, así como iterativo e incremental (Booch, Rumbaugh y Jacobson, 2000), lo cual es fundamental para el proceso de desarrollo de software (Oiver Andrés Pérez A., 2011).

1.8.2.2 Microsoft Solution Framework

Esta es una metodología flexible e interrelacionada con una serie de conceptos, modelos y prácticas de uso, que controlan la planificación, el desarrollo y la gestión de proyectos tecnológicos. Se centra en los modelos de proceso y de equipo, deja en un segundo plano las elecciones tecnológicas. Compuesta de varios modelos encargados de planificar las diferentes partes implicadas en el desarrollo de un proyecto: Modelo de Arquitectura del Proyecto, Modelo de Equipo, Modelo de Proceso, Modelo de Gestión del Riesgo, Modelo de Diseño de Proceso y finalmente el modelo de Aplicación. La Metodología MSF se adapta a proyectos de cualquier dimensión y de cualquier tecnología (Figuroa, y otros).

1.8.2.3 Justificación de la selección de la metodología de desarrollo

Tomando en consideración el estudio de los enfoques ágiles y tradicionales, así como las características de las metodologías antes descritas, se decidió que el desarrollo de la solución esté guiado por la metodología establecida para el desarrollo de la actividad productiva de la UCI.

Para la selección se tuvo en cuenta que el equipo de desarrollo es pequeño, el cliente pertenece a la Universidad y puede sostener reuniones periódicas con el desarrollador, características que se corresponden con los principios ágiles de AUP y la variante UCI en el escenario 3. Además, el desarrollador ha sido miembro de proyectos extensionistas y conoce los procesos del negocio. No obstante, esta es la primera solución que se genera en la UCI para gestionar los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas, por lo que se requiere documentar suficientemente la solución.

1.9 Lenguaje de modelado

Es un conjunto de símbolos estandarizados usados para diseñar un sistema orientado a objetos. Cada elemento de un lenguaje de modelado tiene típicamente un significado bien definido, que reduce la cantidad de interpretación necesaria para entender un diagrama. Generalmente se utiliza en combinación

Capítulo 1. Fundamentación teórica

con una metodología de desarrollo de software, facilitando el trabajo de los desarrolladores (Rumbaugh, y otros, 2000) (White, y otros).

1.9.1 Lenguaje Unificado de Modelado

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar un sistema de software. Está pensado para usarse con todos los métodos de desarrollo, etapas del ciclo de vida, dominios de aplicación y medios. Aunque la especificación no define un proceso estándar, es útil en procesos de desarrollo iterativo. Pretende dar apoyo a la mayoría de los procesos de desarrollo orientados a objetos. UML se usa además para entender, diseñar, hojear, configurar, mantener, y controlar la información de los sistemas que serán desarrollados (Rumbaugh, y otros, 2000).

Se seleccionó UML v2.0 como lenguaje de modelado debido a que cumple las características antes descritas y está ampliamente documentada.

1.10 Lenguajes de programación y Tecnologías

Los lenguajes de programación son aquellos que a partir de una gramática o conjunto de reglas, crean instrucciones para ser procesadas por una computadora. Estos pueden ser usados para la creación de aplicaciones capaces de controlar el comportamiento lógico y físico de las computadoras. Permiten a un programador definir adecuadamente una secuencia de instrucciones con el fin de expresar el procesamiento de datos y sus estructuras en la computadora (Cáceres González, 2004). En la actualidad existe una gran variedad de lenguajes, entre las diversas opciones disponibles se analizaron los siguientes como posibles opciones de desarrollo.

1.10.1 Lenguajes de programación del lado del servidor

Los lenguajes del lado del servidor se interpretan, como indica su nombre, en el servidor web, para llevar hasta el cliente el resultado obtenido. En la actualidad, además de PHP, existen otras tecnologías que se están usando. Algunas son ASP o ASP.NET (Active Server Pages), JSP (Java Server Pages) junto a los servlets y los JavaBeans, WebSphere application server de IBM, Perl, Python etc. Todas tienen el mismo objetivo: construir aplicaciones web dinámicas, pero ofrecen diferentes prestaciones al programador y la posibilidad de elegir en función de las necesidades (plataforma, base de datos, número de usuarios, etc) (Torre, 2006).

Capítulo 1. Fundamentación teórica

1.10.1.1 PHP

PHP es un lenguaje de programación de propósito general que opera del lado del servidor y es adecuado para el desarrollo de aplicaciones web. Puede ser desplegado en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin costo alguno. Forma parte de los productos de software libre publicados bajo la licencia PHP, que es incompatible con la Licencia Pública General de GNU (The PHP Group, 2016).

1.10.1.2 Java

Lenguaje de programación orientado a objetos. Las aplicaciones son normalmente interpretadas o compiladas a código nativo para la ejecución. Otra característica es su independencia de la plataforma, significa que programas escritos en el lenguaje Java pueden ejecutarse igualmente en cualquier tipo de hardware y sistema operativo (Arnold, y otros, 1997).

1.10.1.3 Python

Permite dividir el programa en módulos reutilizables desde otros programas Python. Es utilizado como lenguaje de programación interpretado, lo que ahorra un tiempo considerable en el desarrollo del programa, pues no es necesario compilar ni enlazar. El intérprete se puede utilizar de modo interactivo, lo que facilita experimentar con características del lenguaje, escribir programas desechables o probar funciones durante el desarrollo del mismo (Martelli, 2008). Python al ser un lenguaje interpretado es más lento que lenguajes compilados o de ensamblador, además conforme se crean aplicaciones más complejas es más complicado escribir el código, así como que posee baja oferta de servicios de alojamiento en la web que lo soportan debido a que es muy complejo implementar esta tecnología en web (Martín García, 2013).

1.10.1.4 Justificación de la selección del lenguaje del lado del servidor

Se decidió utilizar PHP v5.6 porque ofrece interfaces para el acceso a la mayoría de las bases de datos existentes, entre ellas: MySQL, Oracle, PostgreSQL, Access o SQL Server. Resulta un lenguaje flexible y fácil de aprender. Su gratuidad, eficiencia y simplicidad han determinado que una amplia comunidad de programadores se interesen por él, siendo posible encontrar soluciones novedosas ante fallos y extensiones del lenguaje que amplían sus posibilidades.

1.10.2 Lenguaje de programación del lado del cliente

Los lenguajes utilizados en este caso son el conocido Java Script o Visual Basic Script (VBScript), si el navegador a utilizar es Microsoft Internet Explorer. Las páginas creadas con estos lenguajes son enviadas

Capítulo 1. Fundamentación teórica

al usuario, de forma que el navegador es el encargado de interpretarlas y mostrarlas. Lógicamente, al ser tecnología de tipo cliente, habrá que prestar especial atención al navegador utilizado, ya que como ocurre en muchas ocasiones, lo que funciona con uno puede no hacerlo con otro (Torre, 2006).

1.10.2.1 JavaScript

Es un lenguaje de programación interpretado, que se utiliza generalmente del lado del cliente implementado como parte de un navegador web. Se reconoce como orientado a objetos, basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico. Las funciones se pueden ejecutar detrás de una página web que se ha cargado sin comunicarse con el servidor. Este lenguaje contribuye a mejorar la interfaz de usuario (LibrosWeb, 2016 a) (MDN Mozilla Developer Network, 2015).

1.10.3 Tecnologías

Las tecnologías son conjunto de conocimientos de orden práctico y científico que, articulados bajo una serie de procedimientos y métodos, son aplicados para la obtención de bienes de utilidad práctica que puedan satisfacer las necesidades (Torre, 2006).

1.10.3.1 HTML

HTML v5.0 es un estándar y lenguaje de marcas de hipertexto que hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web en sus diferentes versiones. Provee básicamente tres funcionalidades: estructura, estilo y funcionalidad. Es considerado el producto de la combinación de HTML, CSS y JavaScript. Estas tecnologías son altamente dependientes y actúan como una sola unidad bajo la especificación de HTML5. Soporta de manera eficiente y estable cualquier opción de ejecución de video y audio, sin generar errores o incluir código flash en el sitio web. Incluye una nueva estructura de etiquetas mejorada, permite definir por separado el encabezado, la barra de navegación, las secciones de la página web, los textos del sitio, los diálogos y el pie de página de los sitios web. Además, ofrece mayor compatibilidad con los navegadores de dispositivos móviles (Gauchat, 2014).

1.10.3.2 CSS

Hojas de estilo en Cascada (CSS), es el lenguaje para presentación de un documento estructurado escrito en HTML o XML (siglas en inglés de Extensible Markup Language, lenguaje de marcas extensible). CSS es independiente de HTML y se puede utilizar con cualquier lenguaje de marcado basado en XML. La separación de HTML de CSS hace que sea más fácil mantener los sitios. Este lenguaje le permite al

Capítulo 1. Fundamentación teórica

desarrollador adaptar la presentación a los diferentes tipos de dispositivos, tales como pantallas grandes, pequeñas pantallas o impresoras (The World Wide Web Consortium, 2016).

En el desarrollo del sistema se utilizó CSS en su v3.0.

1.11 Marcos de trabajo

Desde el punto de vista del desarrollo de software, un marco de trabajo, es una estructura de soporte definida, en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado. Estos simplifican considerablemente el desarrollo de las aplicaciones mediante la automatización de algunos de los patrones utilizados para resolver las tareas comunes, y le proporcionan una estructura al código fuente (Alegsa, 2010).

1.11.1 CodeIgniter

Es un marco de desarrollo de aplicaciones para las personas que construyen sitios web usando PHP. Su objetivo es permitir el desarrollo de proyectos mucho más rápido de lo que podría si estuviera escribiendo código desde cero, al funcionar como un conjunto de librerías para tareas comunes necesarios, así como una interfaz simple y estructura lógica para acceder a estas bibliotecas. Permite creativamente centrarse en su proyecto, reduciendo al mínimo la cantidad de código necesario para una tarea determinada (Team, 2016).

1.11.2 Laravel

Es un marco de trabajo de aplicaciones web. Intenta eliminar las molestias del desarrollo facilitando las tareas comunes que se utilizan en la mayoría de los proyectos web, como la autenticación, enrutamiento, sesiones, de espera y de almacenamiento en caché. Proporciona herramientas necesarias para aplicaciones grandes y robustas. Una excelente inversión de contenedor de control, sistema de migración expresiva, y el apoyo de las pruebas unitarias estrechamente integrada a darle las herramientas que necesita para construir cualquier aplicación con la que tienen la tarea (Otwell, 2016).

1.11.3 Symfony

Es un completo marco de trabajo, desarrollado con PHP, que permite crear y optimizar el desarrollo de aplicaciones web (Symfony, 2016). Separa la lógica de negocio, la lógica de servidor y la presentación de la aplicación web. Proporciona varias herramientas y clases encaminadas a reducir el tiempo de desarrollo de una aplicación web compleja. Symfony es compatible con gestores de bases de datos, como MySQL,

Capítulo 1. Fundamentación teórica

PostgreSQL, Oracle y SQL Server de Microsoft. Se puede ejecutar tanto en plataformas *nix (Unix, Linux, etc.) como en plataformas Windows (LibrosWeb, 2016 b).

1.11.4 Justificación de la selección del marco de trabajo del lado del servidor

Además de las características antes señaladas, se decidió utilizar este marco de trabajo en su versión 2.8.4 porque:

- Es sencillo de usar en la mayoría de casos, pero lo suficientemente flexible como para adaptarse a los casos más complejos.
- Encapsula operaciones complejas en instrucciones sencillas reutilizando código.
- Permite realizar cambios "en caliente" de la configuración (sin necesidad de reiniciar el servidor).
- El sistema de log permite a los administradores acceder hasta el último detalle de las actividades que realiza la aplicación.

1.11.5 Doctrine

Es un Objeto Relation Mapping (ORM) para PHP que permite trabajar con un esquema de base de datos como si fuese un conjunto de objetos, y no de tablas y registros. Se integra con marcos de trabajo como Symfony, Zend Framework, CodeIgniter, Flow y Lithium. Brinda una capa de abstracción de la base de datos muy completa y ofrece la posibilidad de escribir consultas de base de datos en un lenguaje propio llamado Doctrine Query Language (DQL). Permite generar de manera automática el modelo de clases a partir del modelo relacional de tablas, una vez definido dicho modelo, resulta fácil acceder y moverse por entidades relacionadas (Doctrine Team, 2016) (Junta de Andalucía).

Se decidió utilizar Doctrine v2.0 para el diseño y maquetado de la propuesta de solución, porque soporta diseños sensibles, (ajusta dinámicamente la página a las características del dispositivo usado). Además, brinda la posibilidad de escribir (opcionalmente) consultas a la base de datos en un lenguaje orientado a objetos, como alternativa al SQL, sin necesidad de duplicar código.

1.11.6 Twig

Twig es un rápido, seguro y flexible motor de plantillas para PHP, incluido en el marco de trabajo Symfony2, que proporciona un lenguaje simplificado para las vistas (SensioLabs, 2012). Puede hacer cosas que PHP no, como controlar el espacio en blanco generado por el código, renderizar las plantillas dentro de un entorno de ejecución seguro y controlado (llamado *sandbox*) y la aplicación automática del mecanismo de escape. Incluye funciones personalizadas y filtros que solo afectan a las plantillas. Se

Capítulo 1. Fundamentación teórica

caracteriza además por el uso de variables, funciones y métodos, inclusión de vistas parciales, manejo de errores y excepciones, condicionales, asignaciones y herencia. Cada plantilla, se compila hasta una clase PHP nativa que se reproduce en tiempo de ejecución (LibrosWeb, 2016 c).

1.11.7 AngularJS

Este marco de trabajo Javascript se ejecuta en el lado del cliente y se centra en intentar dinamizar documentos HTML, lo que comúnmente se conoce como DHTML (Dynamic HTML). Cambia un poco el enfoque de “dinamización” de documentos HTML estáticos mediante la vinculación de elementos de nuestro documento HTML con nuestro modelo de datos (data binding). De este modo, define un modelo de datos (Javascript) que se corresponderá con determinadas partes del HTML y, siempre que haya cambios en una parte, automáticamente se verán reflejados en la otra (Yaciel, 2014).

1.11.8 JQuery

Es un marco de trabajo Javascript que implementa clases de programación orientada a objetos que funcionan correctamente en las plataformas de navegación más habituales (Internet Explorer, Firefox, Opera, etc.). Ofrece una infraestructura que facilita la creación de aplicaciones complejas del lado del cliente. Es útil para la creación de interfaces de usuario, y efectos dinámicos.

1.11.9 Justificación de la selección del marco de trabajo del lado del cliente

Se decidió usar jQuery V2.1.4, teniendo en cuenta las características antes descritas, así como que es estable, está bien documentado y cuenta con un amplio equipo de desarrolladores a cargo de la mejora y actualización del marco de trabajo. Además es gratuito y tiene licencia para uso en cualquier tipo de plataforma, personal o comercial (Álvarez, 2009).

1.11.10 Twitter Bootstrap

Twitter Bootstrap es una colección de herramientas HTML y plantillas CSS, que se utilizan para el desarrollo y diseño de sitios o aplicaciones web. Es modular y consiste esencialmente en una serie de hojas de estilo LESS que implementan la variedad de componentes de la herramienta. Trae integrado CSS, JavaScript, sintaxis HTML, diseño en malla y adaptable. La versión 3.0 soporta los plugins de JavaScript: Modal, Dropdown, Scrollspy, Tab, Tooltip, Popover, Alert, Button, Collapse, Carousel y Typeahead.

Capítulo 1. Fundamentación teórica

Para el desarrollo del sistema se utilizó en su v3.0 porque es una herramienta de código abierto, que permite que el diseño gráfico de la página se ajuste dinámicamente, tomando en cuenta las características del dispositivo usado. Además está ampliamente documentada (Bootstrap, 2015).

1.12 Apache

El servidor HTTP Apache es un servidor web flexible, rápido y eficiente, continuamente actualizado y adaptado a los nuevos protocolos HTTP. Es de código abierto y presenta entre otras características altamente configurables, bases de datos de autenticación y negociado de contenido, pero fue criticado por la falta de una interfaz gráfica que ayude en su configuración. Puede ser adaptado a diferentes entornos y necesidades, con los diferentes módulos de apoyo que proporciona, y con la Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) de programación de módulos, para el desarrollo de módulos específicos. Gracias a ser modular se han desarrollado diversas extensiones entre las que destaca PHP. Es compatible con las plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Microsoft Windows, Macintosh y otras (The Apache Software Foundation, 2016).

1.13 Entorno integrado de desarrollo PHPStorm

PhpStorm es un entorno de desarrollo integrado (IDE) perfecto para trabajar con Symfony, Drupal, WordPress, Zend Framework, laravel, Magento, CakePHP, Yii, y otros marcos de trabajo. Permite realizar varias tareas rutinarias desde el IDE, gracias a la integración con sistemas de control de versiones, bases de datos / SQL, herramientas de línea de comandos y otras herramientas. (JetBrains, 2016) Brinda la posibilidad de ejecutar el código en la misma interfaz del IDE. Así como, la interpretación y visualización inmediata de código PHP en los principales navegadores. Es compatible con Sistemas Operativos Windows, Linux y Mac OS X. (Editores de código, 2014) Otras características que fueron tomadas en cuenta para la elección y que distinguen este editor de código para PHP son:

- Fácil gestión de proyectos basados en Twitter Bootstrap.
- Fácil autocompletado de código.
- Soporte para el trabajo con PHP 5.4.
- Sintaxis abreviada.

1.14 Herramienta de modelado Visual Paradigm

Visual Paradigm for UML: es una herramienta, que utiliza como lenguaje de modelado UML y proporciona asistencia a los analistas, ingenieros de software y desarrolladores, durante todas las etapas del ciclo de

Capítulo 1. Fundamentación teórica

vida de desarrollo de un software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue (Tecnológico) (Visual Paradigm).

El software de modelado UML permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación. Ayuda además a agilizar la construcción de aplicaciones con mayor calidad, a un menor coste (Visual Paradigm).

Se selecciona Visual Paradigm for UML v8.0 como herramienta de modelado debido ya que soporta UML y permite sincronizar el modelo de diseño y el código fuente durante todo el ciclo de desarrollo del software. Además es libre, la Universidad cuenta con la licencia de uso educativa y el desarrollador esté familiarizado con la herramienta.

1.15 Sistema Gestor de Base de Datos

Un Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD) es el software que permite a los usuarios procesar, describir, administrar y recuperar los datos almacenados en una base de datos. En estos sistemas se proporciona un conjunto coordinado de programas, procedimientos y lenguajes que permiten a los distintos usuarios realizar sus tareas habituales con los datos, garantizando además la seguridad de los mismos (Sánchez Asenjo, 2012).

1.15.1 PostgreSQL

PostgreSQL v9.4 es un SGBD relacional de código abierto. Debido a su licencia libre, puede ser utilizado, modificado y distribuido por cualquier persona de forma gratuita para cualquier propósito, ya sea privado, comercial o académico (The PostgreSQL Global Development Group, 2016). El conjunto de funcionalidades de PostgreSQL no solo es comparable a los mejores sistemas gestores de datos propietarios, sino que las superan en características avanzadas, extensibilidad, seguridad y estabilidad. Con más de 20 años de desarrollo activo y una arquitectura probada, cuenta con una sólida reputación de confiabilidad, integridad de datos y corrección. A nivel internacional es reconocida la numerosa y activa comunidad de usuarios que tributa a su desarrollo, generando un volumen de información considerable sobre la herramienta, que facilita la respuesta ante errores en el manejo de las bases de datos o derivados del propio gestor (The PostgreSQL Global Development Group, 2010).

Se decide utilizar PostgreSQL, debido a que es líder entre los SGBD de código abierto y se distribuye de forma gratuita. Además, el desarrollador tiene experiencia en el manejo de la herramienta en su versión 9.4.

Capítulo 1. Fundamentación teórica

1.16 Lenguaje de modelado de procesos de negocio

Business Process Modeling Notation v2.0 (BPMN) es una notación gráfica que describe la lógica de los pasos de un proceso de Negocio, proporciona una notación fácilmente comprensible para todas las personas de la organización y crea un puente estandarizado para la brecha entre el diseño de procesos de negocio y el proceso de implementación. (Object Management Group Business Process Model and Notation). Agrupa la planificación y gestión del flujo de trabajo, así como el modelado y la arquitectura; además puede soportar diferentes metodologías y objetivos de modelado, por ejemplo: la orquestación y coreografía (Analítica).

1.17 Conclusiones parciales

Tras revisar el estado del arte referente a la extensión universitaria y la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas, se determinó que los estándares internacionales existentes no se ajustan en su totalidad a las características y necesidades específicas de los proyectos extensionistas de la UCI, aunque constituyen un referente importante, del cual se tomaron elementos para la investigación.

El estudio de sistemas similares arrojó que no existe una herramienta que permita gestionar los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas, teniendo en cuenta las relaciones y nexos de derivación que establece el Programa Nacional de Extensión Universitaria para las formas organizativas del proceso extensionista, aunque poseen características que deben ser consideradas en la solución que se propone.

El estudio realizado sobre las principales tendencias en el campo de la informática, permitió determinar que el proceso de desarrollo estuviera guiado por la metodología AUP variante UCI, que constituye una referencia para la Universidad e incluye elementos de los enfoques ágiles y tradicionales. Para la construcción del sistema se utilizó PHP v5.6, HTML v5.0, CSS en su v3.0 y JavaScript con la integración de los marcos de trabajo Symfony v2.8.4, JQuery v2.1.4 y Twitter Bootstrap v3.0, en interés de reducir el tiempo de desarrollo e incorporar el uso de patrones y buenas prácticas de programación. Se utilizó como motor de plantillas Twig v2.1.4 y como marco de trabajo de acceso a datos Doctrine v2.0

Debido a sus facilidades, se hizo uso del lenguaje de modelado UML v2.0 y la notación BPMN v2.0; se empleó la herramienta PHPStorm v10.0, como entorno de desarrollo integrado, Visual Paradigm for UML v8.0 como software de modelado, Apache v2.4.7 como servidor de aplicaciones y PostgreSQL v9.4 como SGBD.

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

2.1 Introducción

En este capítulo se realiza la descripción de la propuesta de solución de la problemática planteada. La metodología AUP, en su variante UCI, define en cada una de sus fases un grupo de artefactos que tienen como fin facilitar la comprensión del negocio y el sistema a desarrollar. En correspondencia con los principios ágiles, esta metodología permite a los desarrolladores generar la documentación que consideren necesaria para mantener una comunicación fluida con los clientes. Entre los artefactos que se presentan se encuentran: los diagramas de procesos de negocio, la descripción de los procesos de negocio, el modelo de domino, la descripción de requisitos por proceso y el modelo de diseño. Se hace referencia además a los patrones de arquitectura y diseño que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del sistema.

2.2 Modelo de negocio

El modelo de negocio se realiza con el objetivo de comprender los procesos de negocio de una organización. Su realiza para tener garantías de que el software desarrollado va a cumplir su propósito, a partir de entender cómo es que funciona el negocio que se desea informatizar (Roselló, 2016). En este caso, se realiza para una mayor comprensión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas.

2.2.1 Actores del negocio

Un actor es una idealización de una persona externa, otro sistema informático, o un cierto proceso ejecutable que interactuaría con el negocio (Rumbaugh, y otros, 2000). Para conocer el papel que juega el actor se debe precisar en qué procesos se involucra. A continuación se relacionan los actores identificados en el negocio.

Dirección de Extensión Universitaria: área de la Universidad que tiene la misión de dirigir la promoción del desarrollo cultural para contribuir a la formación integral de la comunidad universitaria y su entorno. Organiza y controla el proceso extensionista. Convoca a la Reunión de actividades extracurriculares, espacio en el que se concilian y aprueban los recursos necesarios para la ejecución de las actividades, acciones y tareas extensionistas planificadas.

Asesor de proyectos extensionistas de la Dirección de Extensión Universitaria: es la persona que se encarga en la Dirección de Extensión Universitaria, de asesorar metodológicamente el trabajo de los proyectos extensionistas.

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

Consejo de Dirección: es el máximo órgano de dirección en un área de la Universidad. Tiene entre sus funciones, aprobar el inicio y cierre de un proyecto extensionista o una fase del mismo. Aprueba además, al Gestor de proyecto extensionista, asigna recursos y aprueba la planificación estratégica del proyecto extensionista.

Responsable de proyectos extensionistas: es la persona designada por el Consejo de Dirección de un área de la Universidad, para organizar y controlar el trabajo de los proyectos extensionistas de esa área. En las facultades, generalmente, esta persona es el Vicedecano de Extensión.

Iniciador de proyecto extensionista: es la entidad que presenta la propuesta de un nuevo proyecto extensionista, a partir de las necesidades de un área de la Universidad. Una vez que la propuesta es aprobada como proyecto extensionista, puede pasar a ser parte del Equipo de proyecto o no.

2.2.2 Trabajadores del negocio

Un trabajador del negocio es una idealización de una persona, otro sistema informático, o un cierto proceso ejecutable que actúa en el negocio, realizando una o varias actividades, interactuando con otros trabajadores del negocio y manipulando entidades del negocio (Rumbaugh, y otros, 2000). A continuación se relacionan los trabajadores identificados en el negocio:

Gestor de proyecto extensionista: es la persona encargada de gestionar el trabajo del proyecto y orientarlo hacia el cumplimiento de sus objetivos, de conjunto con el Equipo de proyecto extensionista. Aplica conocimientos administrativos y gerenciales, habilidades, herramientas y técnicas para un alto rango de tareas con el fin de obtener el resultado deseado para el proyecto, en el momento oportuno. En algunos proyectos se le conoce como Coordinador de proyecto o Líder de proyecto

Equipo gestor: son los integrantes del Equipo de proyecto extensionista que participan directamente en su gestión. Aplican conocimientos administrativos y gerenciales, habilidades, herramientas y técnicas para un alto rango de tareas con el fin de obtener el resultado deseado para el proyecto.

Equipo de proyecto: incluye al Gestor de proyecto extensionista, al Equipo gestor y a otros miembros del equipo que desarrollan el trabajo, pero que no necesariamente participan en la gestión del proyecto. La estructura y las características de un equipo de proyecto extensionista pueden variar ampliamente, pero una constante es el rol de Gestor de proyecto extensionista, independientemente de la autoridad que éste pueda tener sobre los miembros del equipo.

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

2.2.3 Modelado de procesos

El modelo de procesos muestra, de forma simplificada y clara, el procedimiento para realizar o llevar a cabo una acción. A continuación se muestra el modelo de procesos de negocio gestionar procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas.

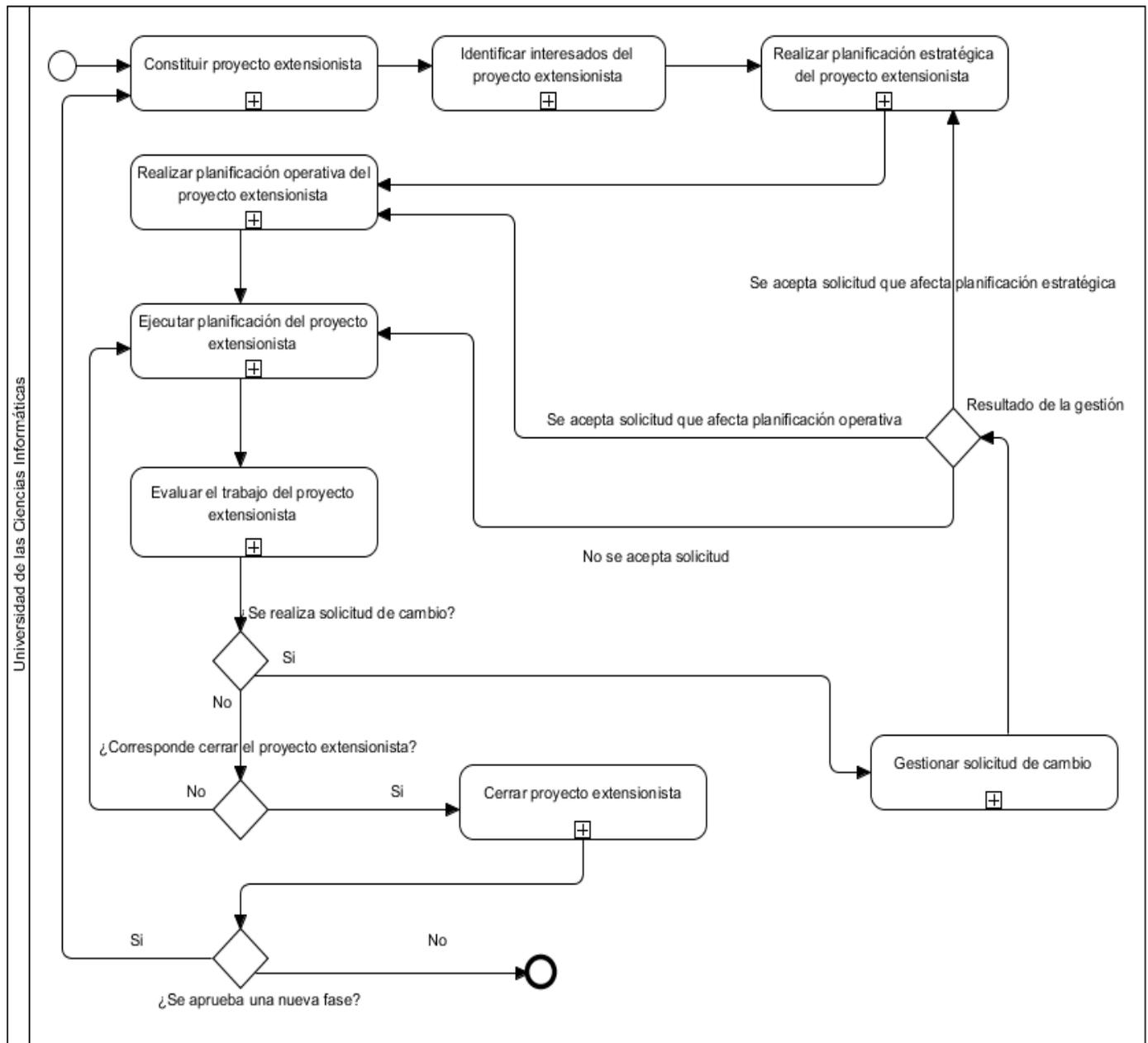


Figura 3. Diagrama de procesos de negocio Gestionar procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

2.2.4 Descripción de proceso

Tabla 3. Descripción del proceso de negocio Gestionar procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI

Objetivo	Gestionar de manera íntegra los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI.
Evento(s) que lo genera(n)	El evento que inicia dicho proceso es el subproceso Constituir proyecto extensionista.
Pre condiciones	Se cuenta con al menos un área en la Universidad
Marco legal	Programa Nacional de Extensión Universitaria
Reglas de negocio	N/A
Responsable	Iniciador de proyecto extensionista
Clientes internos	Equipo de proyecto extensionista. Gestor de proyecto extensionista. Responsable de proyectos extensionistas. Asesor de proyectos extensionistas de la DEU.
Clientes externos	Dirección de Extensión Universitaria DEU. Consejo de Dirección. Iniciador de proyecto extensionista.
Entradas	Banco de problemas. Diagnóstico de necesidades. Programa Nacional de Extensión Universitaria.
Flujo de eventos	
Flujo básico	
1.	El proceso Gestionar procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas inicia con la ejecución del subproceso Constituir proyecto extensionista. En este subproceso interviene: el Iniciador de proyecto extensionista, el Responsable de proyectos extensionistas, el Asesor de proyectos extensionistas de la DEU, el Consejo de Dirección del área donde se presenta la propuesta de proyecto y el gestor de proyecto extensionistas.
2.	Una vez constituido el proyecto extensionista se ejecuta el subproceso Identificar interesados del proyecto extensionista. En este subproceso interviene el Equipo gestor.
3.	Una vez gestionada la información referente a los interesados del proyecto extensionista se ejecuta el subproceso Realizar planificación estratégica del proyecto extensionista. Este subproceso incluye los subprocesos Diseñar lógica de intervención, Diseñar cronograma, Estimar presupuesto, Identificar riesgos. Se formula el Documento de proyecto.
4.	Una vez realizada la planificación estratégica del proyecto extensionista se ejecuta el subproceso Realizar planificación operativa del proyecto extensionista. Se obtiene el Cronograma del mes y el Plan para la gestión del Cronograma del mes.
	Una vez realizada la planificación operativa del proyecto extensionista se ejecuta el subproceso

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

5.	Ejecutar planificación del proyecto extensionista. Como resultado de este subproceso se generan las evidencias de proyecto y la Relatoría de ejecución, fundamentalmente.
6.	Una vez ejecutada la planificación del proyecto extensionista se ejecuta el subproceso Evaluar el trabajo del proyecto extensionista. Como resultado de este subproceso pueden generarse solicitudes de cambio respecto a la planificación del proyecto extensionista.
7.	Una vez realizada la evaluación del proyecto extensionista, si se decide continuar y corresponde el cierre del proyecto extensionista, se ejecuta el subproceso Cerrar proyecto extensionista. Como resultado de este subproceso se genera el Informe de cierre de proyecto extensionista y lecciones aprendidas.
8.	Una vez ejecutado el cierre del proyecto, si no se aprueba una nueva fase del proyecto extensionista, finaliza el proceso Gestionar procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas.

Pos-condiciones

Se genera la información correspondiente a cada subproceso:

Constituir proyecto extensionista

- Propuesta de presentación de proyecto extensionista
- Formulario de presentación de proyecto extensionista
- Valoración
- Acta de constitución de proyecto extensionista
- Expediente de proyecto extensionista

Identificar interesados del proyecto extensionista

- Listado de interesados del proyecto
- Expediente de Proyecto (actualizado)

Realizar planificación estratégica del proyecto extensionista

- Matriz de marco lógico
- Cronograma del proyecto
- Presupuesto estimado
- Sistema de seguimiento y control
- Listado de riesgos
- Plan de gestión de las adquisiciones
- Plan de gestión de los recursos humanos
- Plan de gestión de interesados/as
- Plan de gestión del cronograma
- Plan de gestión de riesgos
- Plan de gestión de las comunicaciones
- Documento de proyecto
- Expediente de proyecto (actualizado)

Realizar planificación operativa del proyecto extensionista

- Cronograma del mes

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

<ul style="list-style-type: none">• Plan de gestión del Cronograma del mes• Plan de actividades del área• Plan de trabajo del mes• Listado de actividades que requieren recursos• Plan de actividades extracurriculares UCI• Expediente de proyecto (actualizado) <p>Ejecutar planificación del proyecto extensionista</p> <ul style="list-style-type: none">• Listado de adquisiciones• Evidencias de ejecución• Relatoría de ejecución• Expediente de proyecto (actualizado) <p>Evaluar el trabajo del proyecto del proyecto extensionista</p> <ul style="list-style-type: none">• Informe de desempeño del trabajo• Minuta de reunión• Expediente de proyecto (actualizado) <p>Cerrar proyecto extensionista</p> <ul style="list-style-type: none">• Informe de ejecución del cronograma• Informe de cierre y lecciones aprendidas• Consideraciones sobre Informe de cierre• Consideraciones del Consejo de Dirección• Expediente de proyecto (actualizado)
Salidas
<ul style="list-style-type: none">• Propuesta de presentación de proyecto extensionista• Formulario de presentación de proyecto extensionista• Valoración• Acta de constitución de proyecto extensionista• Expediente de proyecto extensionista• Listado de interesados/as del proyecto• Matriz de marco lógico• Cronograma del proyecto• Presupuesto estimado• Sistema de seguimiento y control• Listado de riesgos• Plan de gestión de las adquisiciones• Plan de gestión de los recursos humanos• Plan de gestión de interesados/as• Plan de gestión del cronograma• Plan de gestión de riesgos

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

<ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestión de las comunicaciones • Documento de proyecto • Cronograma del mes • Plan de gestión del Cronograma del mes • Plan de actividades del área • Plan de trabajo del mes • Listado de actividades que requieren recursos • Plan de actividades extracurriculares UCI • Listado de adquisiciones • Evidencias de ejecución • Relatoría de ejecución • Informe de desempeño del trabajo • Minuta de reunión • Informe de ejecución del cronograma • Informe de cierre y lecciones aprendidas • Consideraciones sobre Informe de cierre • Consideraciones del Consejo de Dirección 	
Flujos alternos	
Flujo alternativo 6.a Se realiza solicitud de cambio y no se acepta	
1.	Una vez realizada la evaluación del trabajo del proyecto extensionista, si se decide realizar una solicitud de cambio, se ejecuta el subproceso Gestionar solicitud de cambio. Como resultado de este subproceso es aprobada o no la solicitud de cambios realizada.
2.	Una vez gestionada la solicitud de cambio, si el resultado de la gestión es no aceptar la solicitud de cambio, se ejecuta el subproceso Ejecutar planificación del proyecto extensionista y continúa el flujo básico.
Pos-condiciones	
Se genera la información correspondiente a cada subproceso: Gestionar solicitud de cambio	
<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud de cambio • Respuesta a solicitud de cambio • Expediente de proyecto (actualizado) 	
Salidas	
<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud de cambio • Respuesta a solicitud de cambio • Expediente de proyecto (actualizado) 	
Flujo alternativo 6.a.1.a Se acepta la solicitud de cambio que afecta la planificación estratégica del proyecto extensionista.	
	Una vez gestionada la solicitud de cambio, si el resultado de la gestión es aceptar una solicitud de

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

1.	cambio que afecta la planificación estratégica, se ejecuta el subproceso Ejecutar planificación estratégica del proyecto extensionista y continúa el flujo básico.
Flujo alternativo 6.a.1.b Se acepta y se afecta la planificación operativa del proyecto extensionista.	
1.	Una vez gestionada la solicitud de cambio, si el resultado de la gestión es aceptar una solicitud de cambio que afecta la planificación operativa, se ejecuta el subproceso Ejecutar planificación operativa del proyecto extensionista y continúa el flujo básico.
Flujo alternativo 7.a Se aprueba una nueva fase del proyecto extensionista	
1.	Una vez realizado el cierre del proyecto extensionista, si el Consejo de Dirección aprueba iniciar una nueva fase del proyecto, se ejecuta el subproceso Constituir proyecto extensionista y continúa el flujo básico.

2.3 Modelo de dominio

El modelo de dominio ofrece una representación visual de las principales clases y conceptos de un negocio o dominio de interés (Rumbaugh, y otros, 2000). Brinda, además, un vocabulario común que permite a los usuarios, desarrolladores y clientes entender el funcionamiento del negocio. En otras palabras, reduce la brecha entre como los clientes ven el problema y la representación en software de la propuesta de solución, usando modelado orientado por objetos.

2.3.1 Conceptos de dominio

A continuación se relacionan los principales conceptos del dominio:

Universidad: es la institución que tiene entre sus misiones preservar y desarrollar la cultura, como necesidad intrínseca de la sociedad. Su estructura organizativa contempla la creación de las áreas, donde se desarrolla el proceso extensionista.

Área: estructura organizativa de la Universidad donde se desarrollan los programas, proyectos, actividades, acciones o tareas extensionistas, teniendo en cuenta el nivel de generalidad del problema, su alcance y el impacto que generará en la comunidad intra y extrauniversitaria.

Dirección de Extensión Universitaria: Área de la Universidad que tiene la misión de dirigir la promoción del desarrollo cultural para contribuir a la formación integral de la comunidad universitaria y su entorno. Organiza y controla el proceso extensionista. Convoca a la reunión de actividades extracurriculares, espacio en el que se concilian y aprueban los recursos necesarios para la ejecución de las actividades, acciones y tareas extensionistas planificadas.

Asesor de Proyectos extensionistas: es la persona que se encarga en la Dirección de Extensión Universitaria, de asesorar metodológicamente el trabajo de los proyectos extensionistas.

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

Consejo de Dirección: es el máximo órgano de dirección en un área de la Universidad. Tiene entre sus funciones, aprobar el inicio y cierre de un proyecto extensionista o una fase del mismo. Aprueba además, al Gestor de proyecto extensionista, asigna recursos y aprueba la planificación estratégica del proyecto extensionista.

Responsable de proyectos extensionistas: es la persona designada por el Consejo de Dirección de un área de la Universidad, para organizar y controlar el trabajo de los proyectos extensionistas de esa área. En las Facultades, generalmente, esta persona es el Vicedecano de Extensión.

Formas organizativas del proceso extensionista: constituyen salidas del proceso extensionista, que conservan las características y propiedades de la extensión universitaria como función y proceso, cumpliendo sus leyes y las regularidades en la interrelación entre sus componentes, y resultan vitales en el ordenamiento del proceso extensionista. Se reconocen como formas organizativas las siguientes: Programas, proyectos, actividades, acciones y tareas extensionistas.

Programa extensionista: es un conjunto de acciones interrelacionadas y coordinadas, con el fin de alcanzar objetivos determinados dentro de los límites de una política dada, de un presupuesto y períodos de tiempo determinados. Pueden ser más o menos globales de acuerdo con el grado de generalidad que asumen. El programa constituye la forma organizativa más general para la extensión universitaria (MES, 2004).

Proyecto extensionista: constituye una unidad más operativa dentro del proceso de planeación del trabajo sociocultural universitario, pues ofrece tratamiento a situaciones y problemas específicos. Es una unidad mínima de asignación de recursos, que a través de un conjunto concreto de actividades, acciones y tareas pretende modificar o transformar una parcela de la realidad sociocultural disminuyendo o eliminando un déficit o solucionando un problema (MES, 2004).

Actividad extensionista: son aquellas que como parte de la operacionalización de la planeación del trabajo sociocultural universitario ofrecen tratamiento a una situación y problema específico. Se identifican como tales el conjunto de acciones y tareas que tienen un carácter similar o están estrechamente relacionadas y que se orientan al cumplimiento de un objetivo específico o a parte del mismo. Las actividades pueden formar parte o no de un proyecto, su planificación puede ser independiente de estos, pero siempre estarán en el marco de la política que establece un programa (MES, 2004).

Acción extensionista: están integradas por un conjunto de tareas que se identifican fuertemente entre sí por sus características similares y su orientación a propósitos muy específicos. Las acciones pueden

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

existir en casos excepcionales independientes a las actividades y proyectos, pero siempre responden a la política y estrategias del programa (MES, 2004).

Tarea extensionista: representan la célula constitutiva del proceso extensionista y del trabajo sociocultural universitario, por ser la expresión más pequeña del mismo que mantiene sus características y relaciones fundamentales. Por eso la subdivisión de una tarea implicaría el desmembramiento del proceso y la pérdida de sus cualidades. Constituyen los eslabones primarios que permiten el alcance de los resultados esperados y la solución del problema (MES, 2004).

Tarea aseguramiento: representa un tipo de tarea que se requiere realizar con antelación a la ejecución de una tarea extensionista.

Ciclo de vida del proyecto: es la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre. Las fases son generalmente secuenciales y sus nombres y números se determinan en función de las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación (Project Management Institute, Inc, 2013).

Alcance del proyecto: es el trabajo realizado en un proyecto para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características especificadas (Project Management Institute, Inc, 2013).

Costo del proyecto: las actividades, acciones y tareas que desarrolla un proyecto tienen un costo estimado en cuanto a recursos humanos, tiempo y adquisiciones, que en su conjunto permiten estimar el costo del proyecto y determinar el presupuesto. En la UCI la mayoría de los recursos que requieren los proyectos extensionistas los suministra la propia institución y los proyectos no tienen un presupuesto asignado directamente.

Tiempo del proyecto: es el plazo fijado para alcanzar los objetivos del proyecto.

Cronograma del proyecto: incluye las fechas planificadas de inicio y finalización del proyecto y las actividades, acciones y tareas extensionistas que se requieren para alcanzar los resultados previstos en el plazo acordado.

Documentación del proyecto: constituye la representación física o electrónica de la información que se genera como resultado de la gestión de los procesos que tienen lugar durante el ciclo de vida del proyecto.

Evidencia de proyecto: se refiere a la documentación, archivos de audio y video, imágenes, productos y otros materiales que se generan durante el ciclo de vida del proyecto y se conservan como constancia de la realización del mismo.

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

Gestor de proyecto extensionista: es la persona encargada de gestionar el trabajo del proyecto y orientarlo hacia el cumplimiento de sus objetivos, de conjunto con el Equipo de proyecto extensionista. Aplica conocimientos administrativos y gerenciales, habilidades, herramientas y técnicas para un alto rango de tareas con el fin de obtener el resultado deseado para el proyecto, en el momento oportuno. En algunos proyectos se le conoce como Coordinador de proyecto o Líder de proyecto.

Equipo gestor: son los integrantes del Equipo de proyecto extensionista que participan directamente en su gestión. Aplican conocimientos administrativos y gerenciales, habilidades, herramientas y técnicas para un alto rango de tareas con el fin de obtener el resultado deseado para el proyecto

Equipo de proyecto: incluye al Gestor de proyecto extensionista, al Equipo gestor y a otros miembros del equipo, que desarrollan el trabajo, pero que no necesariamente participan en la gestión del proyecto. La estructura y las características de un equipo de proyecto extensionista pueden variar ampliamente, pero una constante es el rol de Gestor de proyecto extensionista, independientemente de la autoridad que éste pueda tener sobre los miembros del equipo.

Planificación estratégica: es el proceso de desarrollar e implementar los planes necesarios para alcanzar los propósitos y objetivos del proyecto extensionista, generalmente con una visión global y en una etapa temprana del ciclo de vida del proyecto. En esta etapa la información está menos definida por lo que se determinan las actividades, acciones y tareas a realizar, conforme el nivel de detalle que se tiene en ese momento y luego en la medida en que se tiene mayor conocimiento, se planifica a corto plazo.

Incluye los procesos: Diseñar lógica de intervención, Diseñar cronograma, Estimar presupuesto e Identificar riesgos.

Planificación operativa: es el proceso de desarrollar planes para alcanzar los objetivos del proyecto a corto plazo, generalmente a partir de una planificación estratégica elaborada con anterioridad. En estos planes se detallan las actividades, acciones y tareas a realizar. Puede incluir el desglose de los recursos necesarios y la delimitación de los responsables. Implica diseñar el cronograma del mes y las estrategias para su gestión.

2.3.2 Diagrama de modelo de dominio

El diagrama de modelo de dominio consiste en un conjunto de diagramas de clases, sin definición de operaciones, que identifica las relaciones entre las entidades del ámbito de dominio del problema, generalmente identificando sus atributos (Rumbaugh, y otros, 2000).

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

- Generar publicaciones sobre el trabajo del proyecto extensionista, pudiendo visualizarlos, modificarlos y/o eliminarlos del sistema.

2.5 Requisitos del software

Un requisito de software constituye una necesidad bien documentada sobre una forma o funcionalidad que debe ser cumplida por un sistema de software. En algunos casos los requisitos funcionales pueden declarar explícitamente lo que el sistema no debe hacer (Sommerville, 2005). En otras palabras se plantean con el fin de lograr un entendimiento entre el cliente y el equipo de desarrollo, en aras de satisfacer sus necesidades.

2.5.1 Requisitos funcionales del sistema

Los requisitos funcionales (RF) definen una función dentro de un sistema de software. Describen, además la interacción entre el sistema y su ambiente independientemente de su implementación. El ambiente incluye al usuario y a otros sistemas externos que interactúen con el sistema (Rumbaugh, y otros, 2000). En algunos casos los requisitos funcionales pueden declarar explícitamente lo que el sistema no debe hacer (Sommerville, 2005).

A continuación se relacionan los requisitos funcionales del sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas.

Tabla 4. Requisitos funcionales del Sistema.

Paquete Usuario			
No.	Nombre del requisito	Prioridad	Complejidad
RF 1	Modificar perfil de usuario	Media	Media
RF 2	Eliminar usuario	Alta	Alta
RF 3	Mostrar perfil de usuario	Baja	Baja
RF 4	Listar usuarios	Baja	Baja
RF 5	Filtrar listado de usuarios	Baja	Baja
RF 6	Asociar rol a usuario	Alta	Alta
Paquete Autenticación			
RF 7	Autenticar usuario	Alta	Alta
RF 8	Salir del sistema	Alta	Media
Paquete Área			
RF 9	Incluir área	Alta	Alta

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

RF 10	Modificar área	Media	Media
RF 11	Eliminar área	Alta	Alta
RF 12	Mostrar área	Baja	Baja
RF 13	Listar áreas	Baja	Baja
RF 14	Filtrar listado de áreas	Media	Media
RF 15	Exportar listado de áreas	Media	Baja
Paquete Programa extensionista			
RF 16	Incluir programa extensionista	Alta	Alta
RF 17	Modificar programa extensionista	Media	Media
RF 18	Eliminar programa extensionista	Alta	Alta
RF 19	Mostrar programa extensionista	Baja	Baja
RF 20	Listar programas extensionistas	Baja	Baja
RF 21	Filtrar listado de programas extensionistas	Media	Media
RF 22	Exportar listado de programas extensionistas	Media	Baja
Paquete proyecto extensionista			
RF 23	Incluir proyecto extensionista	Alta	Alta
RF 24	Modificar proyecto extensionista	Alta	Alta
RF 25	Modificar perfil del proyecto extensionista	Media	Media
RF 26	Eliminar proyecto extensionista	Alta	Alta
RF 27	Mostrar proyecto extensionista	Baja	Baja
RF 28	Listar proyectos extensionistas	Baja	Baja
RF 29	Filtrar listado de proyectos extensionistas	Media	Baja
RF 30	Exportar listado de proyectos extensionistas	Media	Media
RF 31	Exportar datos de un proyecto extensionista	Media	Baja
Paquete Actividad extensionista			
RF 32	Incluir actividad extensionista	Alta	Alta
RF 33	Modificar actividad extensionista	Media	Media
RF 34	Eliminar actividad extensionista	Alta	Alta
RF 35	Mostrar actividad extensionista	Baja	Baja
RF 36	Listar actividades extensionistas	Baja	Baja

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

RF 37	Filtrar listado de actividades extensionistas	Media	Media
RF 38	Exportar listado de actividades extensionistas	Media	Baja
RF 39	Exportar datos de un actividad extensionista	Media	Baja
Paquete Acción extensionista			
RF 40	Incluir acción extensionista	Alta	Alta
RF 41	Modificar acción extensionista	Media	Media
RF 42	Eliminar acción extensionista	Alta	Alta
RF 43	Mostrar acción extensionista	Baja	Baja
RF 44	Listar acciones extensionistas	Baja	Baja
RF 45	Filtrar listado de acciones extensionistas	Media	Media
RF 46	Exportar listado de acciones extensionistas	Media	Baja
Paquete Tarea			
RF 47	Incluir tarea	Alta	Alta
RF 48	Modificar tarea	Media	Media
RF 49	Eliminar tarea	Alta	Alta
RF 50	Mostrar tarea	Baja	Baja
RF 51	Listar tareas	Baja	Baja
RF 52	Filtrar listado de tareas	Media	Media
RF 53	Exportar listado de tareas	Baja	Baja
Paquete Publicación			
RF 54	Incluir publicación	Alta	Alta
RF 55	Modificar publicación	Media	Media
RF 56	Eliminar publicación	Alta	Alta
RF 57	Mostrar publicación	Baja	Baja
RF 58	Listar publicaciones	Baja	Baja
RF 59	Filtrar listado de publicaciones	Baja	Baja
Paquete Comentario			
RF 60	Comentar publicación	Alta	Media
RF 61	Revisar comentario	Alta	Media
RF 62	Eliminar comentario	Alta	Alta

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

RF 63	Listar comentarios	Baja	Baja
RF 64	Filtrar listado de comentarios	Baja	Baja
Paquete Recurso humano			
RF 65	Asignar rol a miembro de proyecto extensionista	Baja	Baja
RF 66	Retirar rol a miembro de proyecto extensionista	Baja	Baja
RF 67	Listar miembros con rol asignado	Baja	Baja
RF 68	Listar miembros del proyecto extensionista	Baja	Baja
RF 69	Filtrar listado de miembros del proyecto extensionista	Baja	Baja
RF 70	Exportar listado de miembros del proyecto extensionista	Baja	Baja
Paquete Archivo			
RF 71	Incluir archivo	Media	Media
RF 72	Eliminar archivo	Media	Media
Paquete Cronograma			
RF 73	Generar cronograma del proyecto extensionista	Alta	Media
RF 74	Exportar cronograma de proyecto extensionista	Baja	Baja
Paquete Baja			
RF 75	Solicitar darse baja de un proyecto extensionista	Media	Baja
RF 76	Aceptar/Rechazar solicitud de baja	Media	Media
Paquete Solicitud de ingreso			
RF 77	Solicitar unirse a proyecto extensionista	Alta	Media
RF 78	Aceptar/ Rechazar solicitud de unirse a proyecto extensionista	Alta	Media

2.5.2 Requisitos no funcionales del sistema

Los requisitos no funcionales imponen restricciones en el diseño, la implementación y estándares de Calidad (Rumbaugh, y otros, 2000). Los siguientes requisitos no funcionales definen cualidades que complementan el funcionamiento del Sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas.

Accesibilidad

RNF 1: el sistema debe ser generado en tecnología Web para ser accesible desde cualquier estación de trabajo conectada a la red.

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

Apariencia e interfaz externa

RNF 2: su funcionamiento deberá ser intuitivo y requerir de información mínima; claridad y buena organización de la información, que permita la interpretación correcta e inequívoca de la misma.

RNF 3: deberá existir un menú que permita acceder al perfil de los proyectos extensionistas, teniendo en cuenta la relación de estos con las áreas y programas extensionistas existentes en el sistema. Este menú debe estar accesible desde todas las vistas.

Hardware

RNF 4: el hardware deberá contar con las siguientes especificaciones para el correcto funcionamiento del sistema.

PC Cliente

- Procesador Intel Pentium 4 o superior
- Memoria RAM: 512 (mínimo)

Servidor de aplicación web

- Procesador Intel Core i3 o superior
- Memoria física 4GB
- Disco Duro 500GB

Servidor de Base de Datos

- Procesador Intel Core i3 o superior
- Memoria física 4GB
- Disco Duro 500GB

Seguridad

RNF 5: cuando un usuario, sin importar su rol, permanece inactivo durante 20 minutos, se cierra la sesión automáticamente.

RNF 6: el acceso a la información estará restringido por usuario y contraseña, garantizando la disponibilidad de la misma para los usuarios autorizados, mediante roles y permisos.

RNF 7: ofrecer una advertencia antes de realizar acciones irreversibles (Ej. Eliminar cualquier información)

Soporte

RNF 8: se debe acceder al sistema desde los siguientes navegadores y sus versiones posteriores:

- Mozilla Firefox 5

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

- Chrome
- Internet Explorer 9
- Opera 10
- Safari 5

Usabilidad

RNF 9: el sistema deberá poseer una interfaz intuitiva y fácil de utilizar para usuarios de experiencia media en trabajo con sistemas web, desde diferentes plataformas y dispositivos.

2.6 Descripción de requisitos por proceso

A continuación se muestra la descripción del requisito Incluir Proyecto Extensionista.

Tabla 5. Descripción del requisito Incluir Proyecto Extensionista

Precondiciones	<p>El usuario debe estar autenticado en el sistema.</p> <p>El usuario debe tener el rol de Responsable de proyectos extensionistas.</p> <p>Si el proyecto extensionista responde a un programa extensionista, este debe haber sido incluido en el sistema previamente.</p>
Flujo de eventos	
Flujo básico Incluir proyecto extensionista	
1.	El usuario selecciona la opción Incluir proyecto extensionista.
2.	<p>El sistema debe permitir introducir y/o seleccionar los siguientes datos para incluir un proyecto extensionista en el sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • (*) Nombre • (*) Duración (Desde-Hasta) • Área al que pertenece • Programa extensionista al que responde • Gestor de proyecto extensionista • Logo
3.	Se introducen y seleccionan los datos para Incluir proyecto extensionista.
4.	<p>El sistema brinda las siguientes opciones:</p> <p>Aceptar</p>

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

	Cancelar
5.	El usuario selecciona la opción Aceptar
6.	El sistema valida los datos.
7.	El sistema incluye la entidad “proyecto extensionista” con estado “Oculto” y se muestra el siguiente mensaje de información: El proyecto extensionista << nombre del proyecto>> se ha incluido satisfactoriamente. El sistema envía al correo electrónico del usuario seleccionado como Gestor de proyecto extensionista, el siguiente mensaje: Hola, <<nombre del usuario>> a través del presente correo se le notifica que ha sido designado como Gestor de proyecto extensionista del proyecto <<nombre del proyecto>>.
8.	Concluye así el requisito.
Pos-condiciones	
Se incluyó la entidad “proyecto” satisfactoriamente.	
Se cambió el rol del usuario seleccionado, a Gestor de proyecto extensionista.	
Se notificó al usuario seleccionado como Gestor de proyecto extensionista.	
Flujos alternativos	
Flujo alternativo 6.a Información incompleta	
1.	El sistema señala el o los campos obligatorios que no hayan sido introducidos y muestra el mensaje: Rellene este campo.
2.	El usuario introduce los datos.
3.	Volver al paso 6 del flujo básico.
Pos-condiciones	
Flujo alternativo 6.b Información incorrecta	
1.	El sistema señala el o los campos incorrectos, estos pueden ser: Duración y Logo. Muestra un mensaje de error referente a los datos incorrectos.
2.	El usuario introduce y/o selecciona correctamente los datos.
3.	Volver al paso 6 del flujo básico.
Flujo alternativo 4.a Cancelar	
1.	El usuario selecciona la opción Cancelar.
2.	El sistema elimina los datos introducidos y regresa a la interfaz que muestra el Listado de proyectos extensionistas.

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

3.	Concluye así el requisito.
Pos-condiciones	
No se crea la entidad “proyecto”.	
Prototipo elemental de interfaz de usuario	
	

Figura 2 Prototipo de interfaz de usuario RF Incluir proyecto extensionistas

2.7 Descripción de los actores del sistema

Invitado: es la persona que puede ver las publicaciones y el perfil de los proyectos extensionistas.

Usuario: es la persona que una vez autenticada puede comentar los artículos, solicitar unirse a un proyecto extensionista, así como solicitar darse de baja de un proyecto extensionista. Es una generalización de todos los actores que se describen a continuación.

Administrador del sistema: persona que podrá acceder a toda la información del sistema. Puede asociar/desasociar el rol Asesor de proyectos extensionistas a uno o varios usuarios.

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

Asesor de proyectos extensionistas: persona que podrá, incluir, modificar, eliminar y acceder a la información de las áreas en el sistema. Puede asociar/desasociar el rol Responsable de proyectos extensionistas a uno o varios usuarios.

Responsable de proyecto extensionista: persona que podrá, incluir, modificar, eliminar y acceder a la información de los programas y proyectos extensionistas de un área. Puede asociar/desasociar el rol de gestor de proyecto extensionista a uno o varios usuarios. Incluye, modifica y elimina las publicaciones del área.

Gestor de proyecto extensionista: persona que podrá acceder a toda la información de un proyecto extensionista. Puede asociar/desasociar a uno o varios usuarios los roles que se describen a continuación.

Gestor de tiempo: persona encargada de gestionar el tiempo del proyecto extensionista y la documentación que genera dicha gestión. Puede genera el Cronograma del proyecto.

Gestor de costo: persona encargada de gestionar los costos del proyecto y los documentos que genera dicha gestión. Incluye y elimina la información referente a los costos del proyecto.

Gestor de calidad: persona encargada de gestionar la calidad del proyecto extensionista y la documentación que genera dicha gestión. Incluye y elimina la información referente a la gestión de la calidad.

Gestor de recursos humanos: persona encargada de gestionar la documentación de los recursos humanos del proyecto extensionista y la documentación que genera dicha gestión. Incluye y elimina la información referente a los recursos humanos. Acepta o rechaza las solicitudes de unirse a proyecto y las solicitudes de darse de baja. Asigna los roles a los miembros del proyecto.

Gestor de comunicaciones: persona encargada de gestionar la documentación de la gestión de las comunicaciones del proyecto extensionista y la documentación que genera dicha gestión. Incluye, modifica y elimina las publicaciones del proyecto.

Miembro de proyecto: persona asociada a un proyecto extensionista, que puede ser asignada como seguidor o responsable a una actividad, acción o tarea en el sistema.

2.8 Modelo de diseño

El flujo de trabajo Diseño, de la metodología AUP, en la variante UCI se considera como una disciplina en la que pueden refinarse los requisitos para conseguir una comprensión más precisa de los mismos. En esta disciplina se modela el sistema y su forma, incluida la arquitectura, para que soporte todos los requisitos (Roselló, 2016). Este modelado es colaborativo, generando los artefactos necesarios para la

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

comprensión del sistema con un mayor nivel de abstracción y una vez obtenidos dichos elementos se da paso a la implementación y las pruebas.

2.8.1 Patrones de arquitectura

Los patrones de arquitectura expresan el esquema fundamental de organización para sistemas de software. Proveen un conjunto de subsistemas predefinidos; especifican sus responsabilidades e incluyen reglas y guías para organizar las relaciones entre ellos (Welicki, 2016).

2.8.1.1 Patrón Modelo - Vista - Controlador

El marco de trabajo Symfony está basado en el patrón arquitectónico Modelo Vista Controlador (MVC). Este patrón divide una aplicación interactiva en 3 áreas: procesamiento, salida y entrada. Para esto, utiliza las siguientes abstracciones:

- **Modelo (Model):** encapsula los datos y las funcionalidades. El modelo es independiente de cualquier representación de salida y/o comportamiento de entrada (Welicki, 2016). Administra y maneja todo lo relacionado con los datos del sistema, da respuesta a peticiones de información sobre el estado de la aplicación y responde con instrucciones de cambio de estado (generalmente del controlador a la vista). En el diagrama de clases del diseño que aparece en acápite 2.8.4 se pueden apreciar las clases generadas por Doctrine, las cuales permiten el acceso a los datos en las tablas correspondientes.
- **Vista (View):** muestra la información al usuario. Obtiene los datos del modelo. Pueden existir múltiples vistas del modelo. Cada vista tiene asociado un componente controlador (Welicki, 2016). La vista está representada por ficheros escritos en Twig que se encargan de construir la página HTML con la que interactúa el usuario. Para el requisito funcional Incluir área, su funcionamiento se representa por una página servidora `<<area/new.html.twig>>`, que permite construir la página cliente `<<nuevaArea>>`, con la que el usuario interactúa.
- **Controlador (Controller):** reciben las entradas, usualmente como eventos que codifican los movimientos o pulsación de botones del ratón, pulsaciones de teclas, etc. Los eventos son traducidos a solicitudes de servicio ("service requests") para el modelo o la vista. El usuario interactúa con el sistema a través de los controladores (Welicki, 2016). Para el requisito funcional Incluir área se encuentra la página controladora `<< AreaController>>` que traduce a solicitudes de servicio, las entradas del usuario, cargando los datos del modelo en la vista.

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

2.8.2 Patrones de diseño

Los patrones de diseño constituyen la solución de un problema determinado y se pueden aplicar en diferentes contextos, su finalidad no es expresar nuevas ideas en el diseño sino resolver los problemas mediante una solución ya probada y fiable (Larman, 2003).

2.8.2.1 Patrones Gang of Four

Los patrones Gang of Four (GOF) ofrecen una solución probada que favorece la reutilización de código. A continuación se relacionan los patrones utilizados en el sistema:

Decorador: responde a la necesidad de añadir responsabilidades adicionales a un objeto dinámicamente, proporcionando una alternativa flexible a la especialización mediante herencia, cuando se trata de añadir funcionalidades. (Universidad Politécnica de Madrid) En Symfony el archivo base.html.twig contiene la plantilla global, esta almacena el código HTML que es común a todas las páginas de la aplicación, para no tener que repetirlo en cada una.

Fachada: proporciona una interfaz unificada de alto nivel que, representando a todo un subsistema, facilita su uso. La “fachada” satisface a la mayoría de los clientes, sin ocultar las funcionalidades de menor nivel a aquellos que necesiten acceder a ella. Se recomienda para los casos en que se pretende proporcionar una interfaz simple para un subsistema complejo, cuando existen muchas dependencias entre los clientes y las clases que implementan una abstracción y para cuando se pretende estructurar en capas el subsistema (Universidad Politécnica de Madrid). En Symfony el archivo app.php proporciona una interfaz que actúa como intermediaria entre las solicitudes de los usuarios y las clases controladoras.

Iterador: proporciona un modo de acceder secuencialmente a los elementos de un objeto agregado sin exponer su representación interna (Universidad Politécnica de Madrid). Se utilizó en para recorrer las colecciones de objetos devueltos por Doctrine como en el caso del archivo TareaController.php

Singleton: garantiza que una clase solo tenga una instancia, y proporciona un punto de acceso global a ella. En Symfony siempre que se cree un objeto de la clase Container, se tendrá una instancia única de este objeto.

2.8.2.2 Patrones de asignación de responsabilidades GRASP

Los patrones GRASP ofrecen una solución probada que describe los principios fundamentales de la asignación de responsabilidades a objetos. A continuación se relacionan los patrones GRASP utilizados en el sistema:

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

Creador: supone asignar a una clase determinada la responsabilidad de crear una o más instancias de otra. La clase creadora contiene, agrega, registra, utiliza o posea datos de inicialización de objetos de alguna otra clase (Larman, 2003). En el sistema, la clase ProyectoController.php es la encargada de “crear” instancias de la entidad Proyecto.php.

Experto: se asigna a una clase la responsabilidad de funcionar como experto de la información, contando con la información necesaria para ello (Larman, 2003). En Symfony v2.8.4 la clase EntityManager.php se encuentra en el paquete Doctrine ORM y es la encargada de realizar las consultas o inserciones en la base de datos.

Alta cohesión: se basa en asignar una responsabilidad de modo que la cohesión siga siendo alta, resolviendo el problema de mantener, dentro de límites manejables, la complejidad en las clases. Permite definir en las clases las funcionalidades relacionadas para que estas no realicen un trabajo enorme (Larman, 2003). En Symfony todas las peticiones al sistema son manejadas por un controlador que se divide en varios componentes encargados de la seguridad, validaciones, configuración y enrutamiento. El controlador << app.php >> asigna responsabilidades de controlar el flujo de eventos del sistema a clases específicas. Este delega en otras clases (ejemplo << PublicacionController.php>>) las actividades con las que mantiene un modelo de alta cohesión.

Bajo acoplamiento: se basa en asignar una responsabilidad de modo que su colocación no incremente el acoplamiento, produciendo los resultados negativos propios de un alto acoplamiento. Soporta el diseño de clases más independientes que reducen el impacto de los cambios (Larman, 2003). En el sistema la clase AreaController.php hereda únicamente de Controller.php para alcanzar un bajo acoplamiento de clases. Las clases que implementan la lógica del negocio y de acceso a datos se encuentran en el modelo, las cuales no tienen asociaciones con las de la vista o el controlador, lo que proporciona que la dependencia en este caso sea baja.

Controlador: se basa en asignar la responsabilidad del manejo de mensajes de los eventos de un sistema a una clase que represente el sistema global, organización, elemento activo del mundo real o manejador artificial de los eventos del sistema (Larman, 2003). El uso de este patrón se evidencia en la clase EntityManager del paquete Doctrine ORM, que permite acceder a la información disponible en la base de datos.

2.8.3 Diagrama de clases y secuencia del diseño

Los diagramas de clases del diseño son empleados para representar las relaciones que se establecen entre las clases, mientras que los de secuencia muestran la interacción de un conjunto de objetos en una

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

aplicación a través del tiempo. Estos diagramas representan una vista estática del sistema y modelan los conceptos asociados al dominio de la aplicación así como los conceptos internos definidos para la implementación.

Se presenta a continuación el diagrama de clases del diseño correspondiente al Paquete proyecto extensionista y el diagrama de secuencia del diseño, correspondientes al RF Incluir proyecto extensionista.

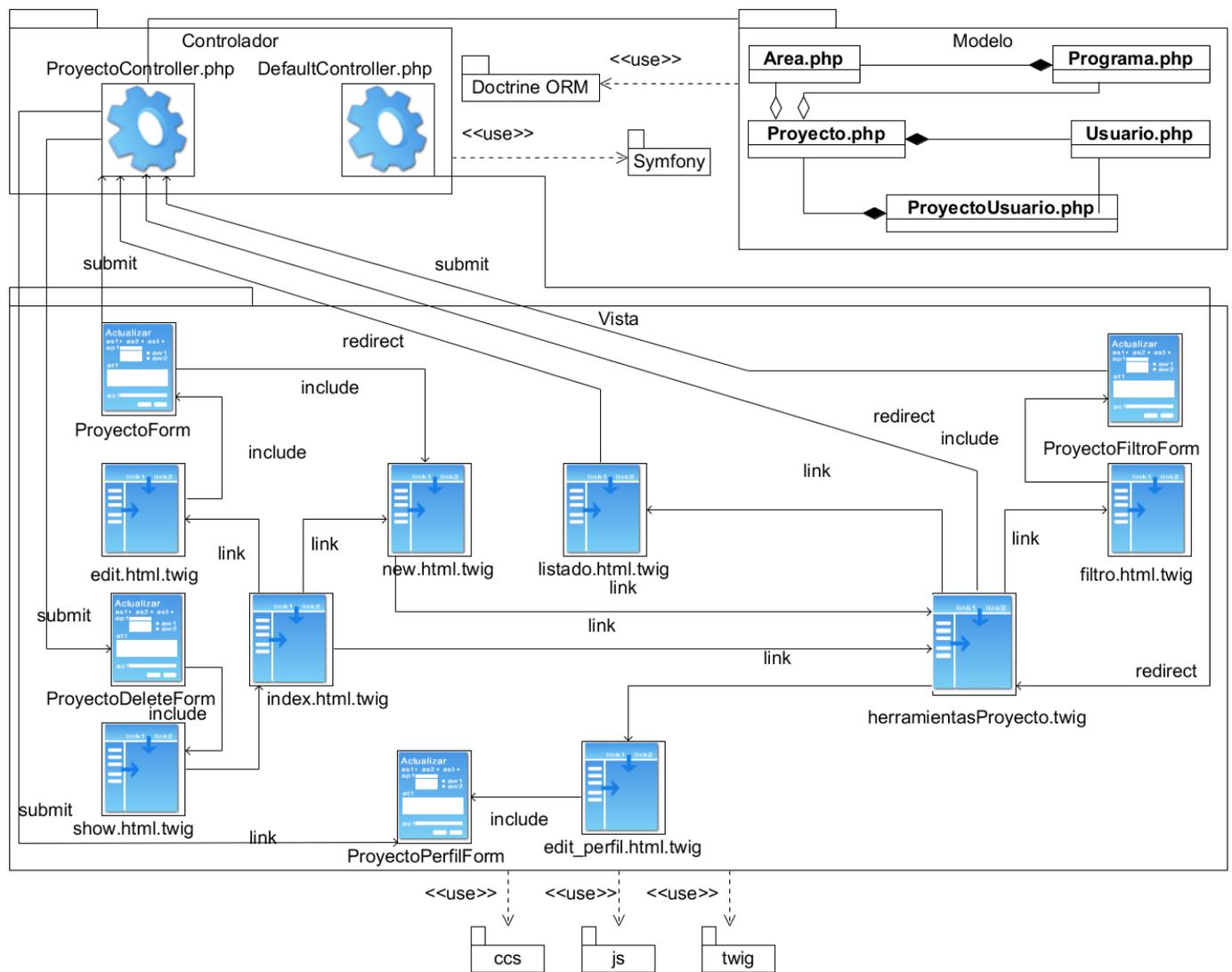


Figura 3 Diagrama de clases del diseño Paquete Proyecto extensionista.

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

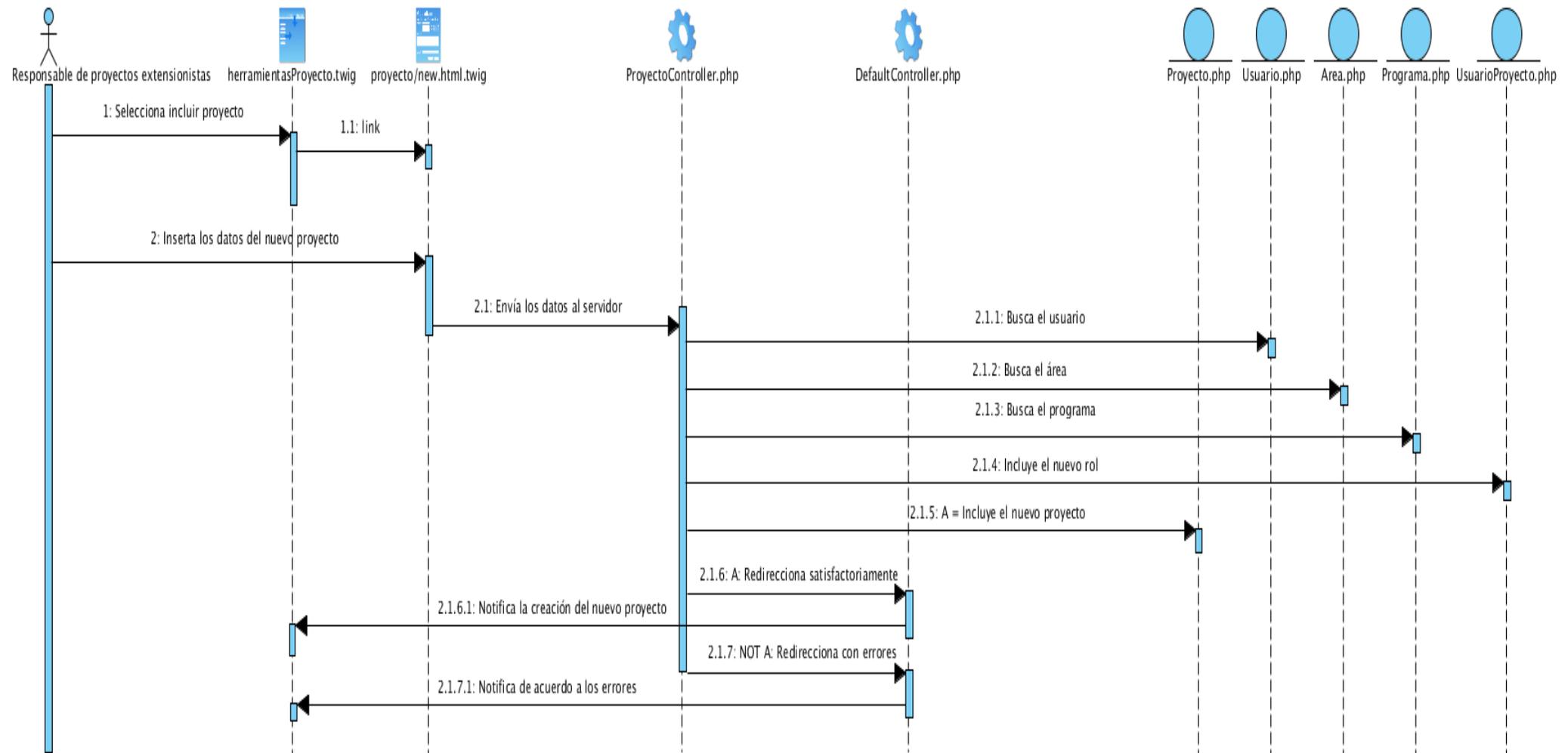


Figura 7. Diagrama de secuencia del diseño RF Incluir proyecto extensionista

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

2.8.4 Diagrama de despliegue

El Diagrama de despliegue modela la arquitectura en tiempo de ejecución del sistema, en él se representan las dependencias entre los componentes para poder determinar el impacto de un cambio, queda especificado qué hardware, sistemas operativos, software de interfaces y soporte conformarán el nuevo sistema (Rumbaugh, y otros, 2000). Se presenta a continuación el diagrama de despliegue del sistema:

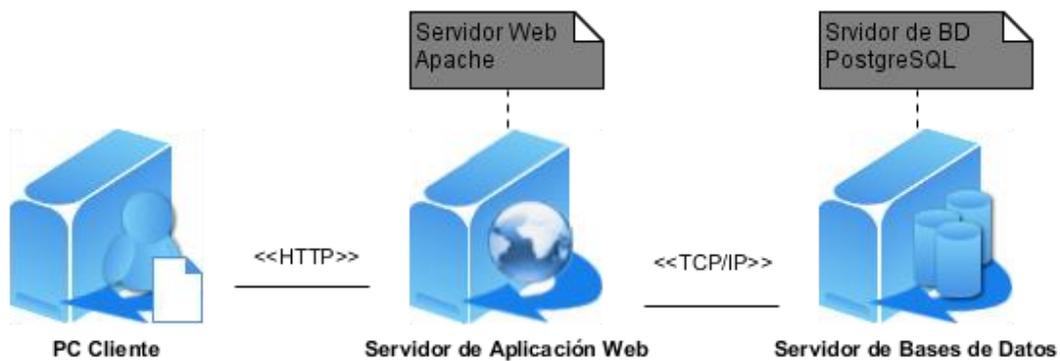


Figura 4 Diagrama de despliegue del sistema

2.9 Diseño de la base de datos

Este acápite contiene el modelo de datos, cuyas entidades representan las tablas de la base de datos. Dichas tablas serán utilizadas por las diferentes funcionalidades del sistema. A continuación se presenta el diagrama Entidad Relación:

Capítulo 2. Descripción del sistema propuesto

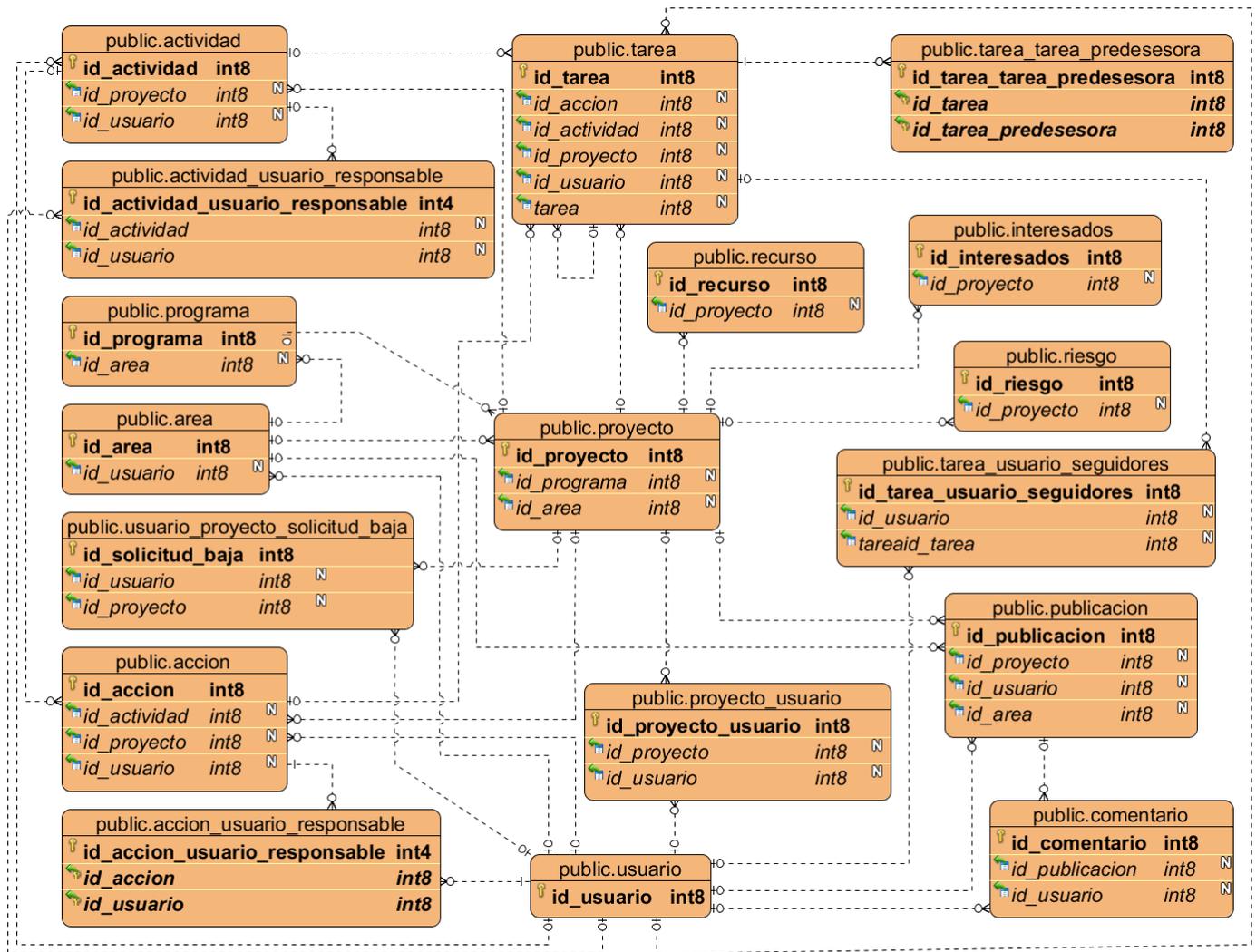


Figura 5 Diagrama Entidad – Relación

2.10 Conclusiones parciales

La realización del modelado del negocio contribuyó a una mayor comprensión sobre cómo se realiza la gestión de los procesos extensionistas en la UCI y los elementos que no deben faltar en la propuesta de solución. El modelo de dominio obtenido incluye los principales conceptos asociados a la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI y las relaciones entre ellos, permitiendo iniciar el desarrollo con mayor claridad del dominio del problema. Los artefactos generados en el modelado de diseño sentaron las bases hacia un mejor entendimiento para la implementación del sistema.

Capítulo 3. Implementación y prueba

Capítulo 3. Implementación y prueba

3.1 Introducción

En este capítulo se describen los principales aspectos relacionados con la implementación de los elementos identificados durante el Análisis y Diseño de la propuesta de solución. Incluye el diagrama de componentes, que muestra la organización y las dependencias lógicas entre componentes de código fuente, componentes de código binario y componentes ejecutables. Se describe además la estrategia de prueba a seguir para validar el correcto funcionamiento del sistema, así como los principales resultados del proceso de ejecución de dichas pruebas.

3.2 Implementación

La etapa de implementación del desarrollo de software es el proceso de convertir una especificación del sistema en un sistema ejecutable. Siempre implica los procesos de diseño y programación de software (Sommerville, 2005). En otras palabras se desarrolla la arquitectura y el sistema como un todo, a partir de los resultados del Análisis y Diseño realizado.

3.2.1 Diagrama de componentes

Los diagramas de componentes se utilizan para modelar la vista estática de un sistema. Estos diagramas muestran la organización y las dependencias entre componentes de código fuente, componentes del código binario, y componentes ejecutables (Rumbaugh, y otros, 2000). La siguiente figura muestra el diagrama de componentes correspondiente al paquete Proyecto extensionista:

Capítulo 3. Implementación y prueba

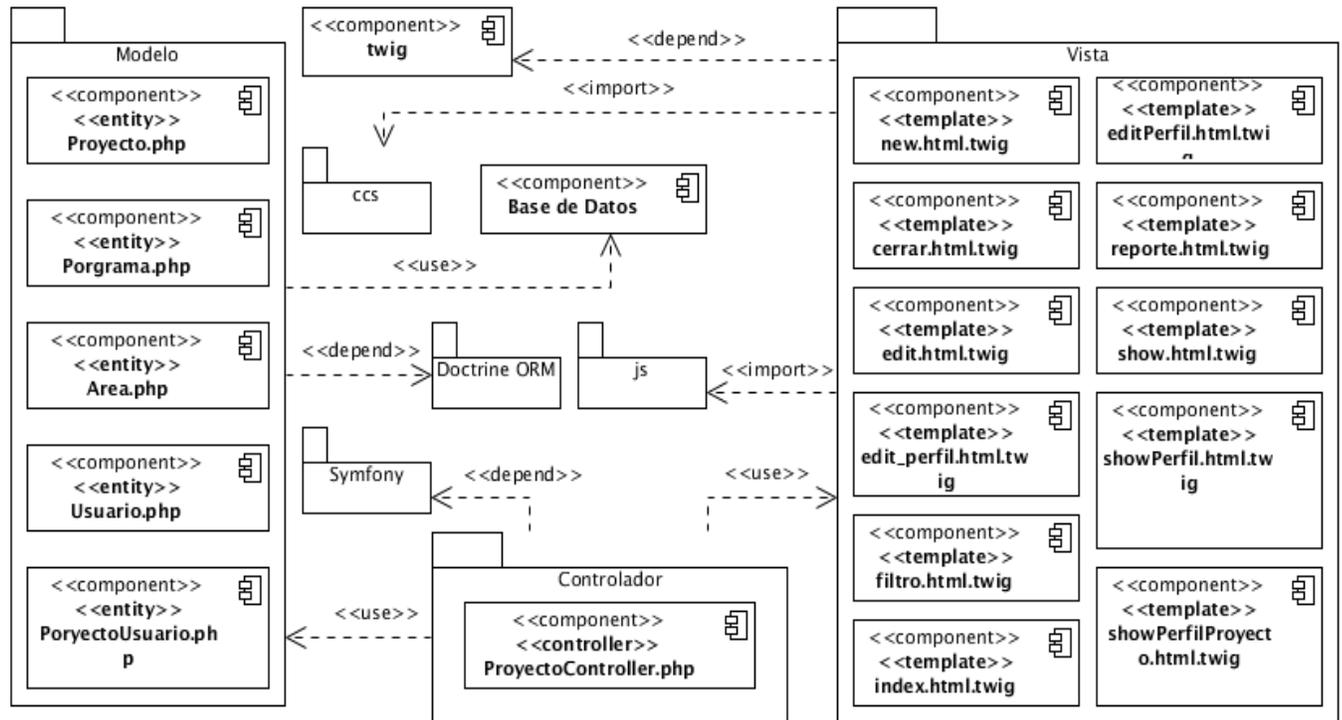


Figura 6 Diagrama de componentes Paquete proyecto extensionista

3.3 Pruebas de software

Las pruebas de software son un proceso iterativo que implican ejercer una implementación del software con datos de prueba. Durante su aplicación se examinan las salidas del software y su entorno operacional para comprobar que funciona tal y como se quiere. Las pruebas son una técnica dinámica de verificación y validación (Sommerville, 2005).

3.4 Estrategia de prueba

La estrategia de prueba describe el enfoque y los objetivos generales de la actividad de prueba. Incluye los niveles a que se realizarán las pruebas, el tipo de prueba a ser ejecutada y los métodos que se emplearán. Se especifican además las técnicas de prueba y herramientas que se usarán, así como los casos de prueba diseñados para lograr los objetivos. Debe permitir comenzar a evaluar por los componentes más simples y pequeños e ir avanzando progresivamente hasta probar todo el software en su conjunto.

Capítulo 3. Implementación y prueba

3.4.1 Niveles de prueba

Las pruebas de software se realizan en varios niveles, de acuerdo a determinados objetivos. Entre los niveles de prueba se encuentran: el nivel de pruebas unitarias, el nivel de pruebas de integración, el nivel de pruebas del sistema y el nivel de pruebas de aceptación. Se detallan a continuación aspectos significativos de los mismos.

Pruebas unitarias: en este nivel se verifica el funcionamiento aislado de piezas de software que pueden ser probadas de forma separada. Se consideran piezas de software: subprogramas, módulos individuales o componentes que incluyen subprogramas o módulos. Las pruebas que se realizan suelen llevarse a cabo con: acceso al código fuente probado, ayuda de herramientas de depuración o la participación opcional de los programadores que escribieron el código (Blanco Bueno).

Pruebas de integración: en este nivel se verifica la interacción entre los componentes del sistema de software. Los tipos de pruebas que se aplican pueden ser (Blanco Bueno):

- Guiados por la arquitectura: los componentes se integran según hilos de funcionalidad.
- Incrementales (incremental ascendente o incremental descendente): se combina el siguiente módulo que se debe probar con el conjunto de módulos que ya han sido probados.

Pruebas de sistema: en este nivel se verifica el comportamiento del sistema en su conjunto, siendo el más adecuado para comprobar los requisitos no funcionales relacionados con la seguridad, velocidad, exactitud y fiabilidad. Los tipos de pruebas que se aplican permiten comprobar además utilidades, unidades físicas, entornos operativos e interfaces externas con otros sistemas (Blanco Bueno).

Pruebas de aceptación: en este nivel se verifica el comportamiento del sistema frente a los requisitos del cliente, generalmente participa el mismo cliente o los usuarios.

Una vez implementada la propuesta de solución se realizaron pruebas funcionales automatizadas a nivel de sistema, en correspondencia con el método de Caja Negra, para ello se empleó el ID Selenium v2.9.1.1. Concluido este proceso se realizaron pruebas de aceptación mediante la técnica de ladov para comprobar el grado de satisfacción de los clientes con la propuesta de solución obtenida.

3.4.2 Métodos de prueba

Un método de prueba se define como un procedimiento definitivo que produce un resultado de una prueba. Incluye la identificación, medición y evaluación de una o más cualidades, características o propiedades (Wilhelm, 2009). A nivel internacional en el desarrollo de software, se reconocen dos

Capítulo 3. Implementación y prueba

métodos de prueba fundamentales: caja blanca y caja negra. Se describen a continuación ambos métodos.

Prueba de caja blanca: se verifica la correcta implementación de las unidades internas, las estructuras y sus relaciones. Hacen énfasis en la reducción de errores internos (Rodríguez Tello, 2012). Se comprueban los caminos lógicos de software, examinando el estado del programa en varios puntos para determinar si el estado real coincide con el esperado.

Prueba de caja negra: se verifica el correcto manejo de funciones externas provistas o soportadas por el software, así como que el comportamiento observado se apegue a las especificaciones del producto y las expectativas del usuario. Los casos de prueba se construyen a partir de las especificaciones del sistema. El componente se ve como una caja negra cuyo comportamiento solo puede ser determinado estudiando sus entradas y las salidas obtenidas a partir de ellas. El probador presenta las entradas al componente o sistema y examina las correspondientes salidas. Si las salidas no son las esperadas entonces la prueba ha detectado un problema con el software (Sommerville, 2005). No se requiere del conocimiento de la lógica del sistema, solo debe conocerse la funcionalidad que debe realizar.

3.4.3 Diseño de casos de prueba de software

El diseño de casos de prueba es una parte de las pruebas de componentes y sistemas en las que se diseñan las entradas y salidas esperadas, para probar el sistema. El objetivo de este proceso es crear un conjunto de casos de prueba que sean efectivos descubriendo defectos en los programas y muestren que el software satisface sus requerimientos (Sommerville, 2005).

Los casos de prueba de caja negra pretenden demostrar que: las funciones del software son operativas, la entrada se acepta de forma correcta, se produce la salida esperada y la integridad de la información externa se mantiene. A continuación se muestra el diseño de caso de prueba correspondiente al requisito funcional Incluir proyecto extensionista.

Tabla 7. CP Incluir proyecto extensionista

Diseño de caso de prueba: RF Incluir proyecto extensionista										
Descripción general:										
Permite al Responsable de proyectos extensionistas incluir un nuevo proyecto extensionista en el sistema.										
Condiciones de ejecución:										
<ul style="list-style-type: none"> El usuario debe estar autenticado en el sistema. El usuario debe tener el rol Responsable de proyectos extensionista. Si el proyecto extensionista responde a un programa extensionista, este debe haber sido incluido en el sistema previamente. 										
SC 1 Incluir proyecto extensionista										
ID del escenario	Escenario	Nombre	Duración		Área al que pertenece	Programa extensionista al que responde	Gestor de proyecto extensionista	Logo	Respuesta del sistema	Flujo central
			Desde	Hasta						
EC 1.1 Opción Incluir proyecto extensionista.	Selecciona la opción Incluir proyecto extensionista.								Brinda la posibilidad de introducir o seleccionar los siguientes datos: - Nombre - Duración (Desde-Hasta) - Gestor de proyecto extensionista - Área al que pertenece - Programa extensionista al que responde - Logo Además permite: - Aceptar - Cancelar	Herramientas/Área/Incluir proyecto extensionista
EC 1.2 Opción Duración	Selecciona la opción Duración	N/A	V	V	N/A	N/A	N/A	N/A	Muestra los campos de selección: - Desde - Hasta Además permite: - Aceptar - Cancelar	Herramientas/Área/Incluir proyecto extensionista/
EC 1.3 Opción Aceptar duración	Selecciona la opción Aceptar	N/A	V	V	N/A	N/A	N/A	N/A	Valida los datos. Actualiza el campo duración.	Herramientas/Área/Incluir proyecto extensionista/ Duración/Aceptar

Capítulo 3. Implementación y prueba

EC 1.3 Opción Cancelar duración	Selecciona la opción Aceptar								Elimina los datos introducidos.	Herramientas/ Área/Incluir proyecto extensionista/ Duración/Canc elar
EC 1.4 Opción Gestor de proyecto extensionis ta	Selecciona la opción Gestor de proyecto extensionista e introduce un criterio de búsqueda	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	V	N/A	Muestra un listado con el resultado de la búsqueda realizada y permite seleccionar un elemento.	Herramientas/ Área/Incluir proyecto extensionista/ Gestor de proyecto extensionista
EC 1.5 Opción Examinar	Selecciona la opción Examinar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	V	Permite buscar un fichero en formato .jpg o .png y subirlo al sistema.	Herramientas/ Área/Incluir proyecto extensionista/ Examinar
EC 1.6 Opción Aceptar	Selecciona la opción Aceptar	V	V	V	V	V	V	N/A	<i>Valida los datos.</i> Incluye el nuevo proyecto extensionista. Muestra el mensaje de información: El proyecto extensionista <<nombre del proyecto>> se ha incluido satisfactoriamente. Se envía al usuario seleccionado como Gestor de proyecto extensionista el mensaje: Hola, <<nombre del usuario>> a través del presente correo se le notifica que ha sido designado como Gestor de proyecto extensionista del proyecto <<nombre del proyecto>>.	Herramientas/ Área/Incluir proyecto extensionista/ Aceptar
EC 1.7 Opción Cancelar	Selecciona la opción Cancelar								Elimina los datos incluidos y regresa al listado de proyectos extensionistas.	Herramientas/ Área/Incluir proyecto extensionista/ Cancelar
EC 1.8 Datos incompleto s	Datos incompleto s	I	V	V	V	V	V	V	Muestra el mensaje de información: Rellene campos.	Herramientas/ Área/Incluir proyecto extensionista/ Aceptar

Capítulo 3. Implementación y prueba

9 Datos incorrectos.	Datos incorrectos	V	I	V	V	V	V	V	Muestra un mensaje de información referente a los Campos incorrectos.	Herramientas/ Área/Incluir proyecto extensionista/ Aceptar
		V	V	I	V	V	V	V		
		V	V	V	V	V	V	I		

Capítulo 3. Implementación y prueba

3.5 Resultados obtenidos

La realización de las pruebas funcionales automatizadas utilizando los casos de prueba diseñados, el IDE Selenium v2.9.1.1, permitió obtener un conjunto de No Conformidades (NC) en la 1ra iteración, estas fueron agrupadas en la siguiente tabla siendo evaluadas en un rango comprendido entre: Alta, Media, Baja y No procede. A continuación se presentan los resultados arrojado por estas pruebas:

Tabla 8. No conformidades detectadas en la 1ra iteración

No. CP	Caso de Prueba	No conformidades				
		Alta	Media	Baja	No procede	Total
11	Eliminar área	-	1	2	-	3
12	Mostrar área	-	1	-	-	1
15	Exportar listado de áreas	-	-	1	-	1
23	Incluir proyecto extensionista	-	-	2	-	2
32	Incluir actividad extensionista	1	-	1	-	2
47	Incluir tarea	-	1	-	-	1
56	Eliminar publicación	-	-	1	-	1

Para verificar las NC detectadas se presenta una tabla con los siguientes datos: NC detectada, Descripción (clasificada en Alta, Media o Baja) y estado con respecto a la Solución (RA: Resuelta y Aprobada por el revisor, PD: Pendiente por solución del equipo de desarrollo, NP: No Procede, AV: Aplazada para resolver en próximas versiones, NR: Nuevo Requisito).

Tabla 9: Descripción de las No conformidades detectadas en la 1ra iteración.

No. NC	No. CP	Descripción	Complejidad	Estado
1	11	Falta el botón Cancelar.	Baja	RA
2	11	Permite eliminar áreas con proyectos y programas asociados.	Media	RA
3	11	No muestra mensaje con resultado de la acción realizada	Baja	RA
4	12	No se muestran los datos del área, da error.	Media	RA
5	15	No se exporta el listado a pdf.	Media	PD
6	23	Nombre está escrito en minúscula.	Baja	RA
7	23	Falta la tilde en la palabra Área.	Baja	RA
8	32	Falta el botón Aceptar.	Baja	RA

Capítulo 3. Implementación y prueba

9	32	Validar las fechas.	Alta	PD
10	47	No notifica por correo al usuario seleccionado como Responsable.	Media	RA
11	56	No alerta al usuario sobre la acción que va a realizar.	Baja	RA

En una segunda iteración de la realización de las pruebas funcionales, no se obtuvo ninguna no conformidad.

Durante el desarrollo del sistema no fue necesaria la realización de pruebas unitarias, debido a que las funcionalidades implementadas no cumplen con las premisas; Atomicidad, Independencia, Inocuidad y Rapidez; necesarias para que sea posible aplicarle dichas pruebas (Jurado, 2010).

Para calcular el grado de satisfacción del cliente con la solución propuesta, respecto al control y organización de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI, se aplicó la técnica de ladov. Durante la valoración participaron como clientes, los Vicedecanos de Extensión Universitaria de las 7 facultades de la UCI, la asesora de proyectos extensionistas de la DEU y 7 gestores de proyectos extensionistas para un total de 15 personas. Antes de conocer el resultado obtenido es necesario definir los conceptos organización y control, además de la técnica de ladov en sí misma.

Organización: se refiere a la acción de estructurar de forma conveniente las áreas en el sistema, teniendo en cuenta las relaciones y orden derivación entre las formas organizativas del proceso extensionista. Está relacionada además con la organización del trabajo, y la especificación de quién tendrá a su cargo cada una de las tareas y qué persona será la encargada de hacer un trabajo en específico (Quees.la, 2016).

Control: consiste en verificar el desempeño del trabajo realizado como parte de la gestión de los procesos de la dirección de un proyecto extensionista. Usualmente implica una comparación entre un rendimiento esperado y un rendimiento observado, para verificar si se están cumpliendo los objetivos de forma eficiente y eficaz y tomar acciones correctivas cuando sea necesario. Se relaciona directamente con la planificación, porque el control busca que el desempeño se ajuste a los planes (Zona Económica, 2010).

Técnica de ladov: se compone de cinco preguntas claves: tres cerradas y dos abiertas, las cuales se reformulan en la investigación para valorar el grado de satisfacción de los clientes con la propuesta de solución. Esta técnica constituye una vía indirecta para el estudio de la satisfacción, ya que los criterios que se utilizan se fundamentan en las relaciones que se establecen entre las tres preguntas cerradas que

Capítulo 3. Implementación y prueba

se intercalan dentro de un cuestionario y cuya relación el cliente desconoce. Estas tres preguntas se relacionan a través de lo que se denomina el "Cuadro Lógico de ladov" y el número resultante de su interrelación, indica la posición de los sujetos en la escala de satisfacción (Kuzmina, 1970).

La escala de satisfacción está dada por los criterios.

1. Máxima satisfacción.
2. Más satisfecho que insatisfecho.
3. No definida.
4. Más insatisfecho que satisfecho.
5. Máxima insatisfacción.
6. Contradictoria.

Tabla 10. Cuadro lógico de ladov con preguntas reformuladas para la investigación

¿Le gusta el Sistema para gestionar los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas?	¿Considera oportuno continuar ejecutando los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas, sin hacer uso del Sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas, a pesar de lo complejo que resulta organizar y controlar dichos procesos?								
	No			No sé			Sí		
	¿El Sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas contribuye a mejorar la organización y control de dichos procesos, acorde a sus necesidades?								
	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No
Me gusta mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
No me gusta mucho	2	2	3	2	3	3	6	3	6
Me da lo mismo	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Me disgusta más de lo que me gusta	6	3	6	3	4	4	3	4	4
No me gusta nada	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé qué decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

Para obtener el índice de satisfacción grupal (ISG) se trabajó con los diferentes niveles de satisfacción que se expresan en la escala numérica que oscila entre +1 y - 1 de la siguiente forma:

Capítulo 3. Implementación y prueba

Tabla 11. Niveles de satisfacción expresados en escala numérica.

Índice de satisfacción	Escala
Máxima satisfacción	+1
Más satisfecho que insatisfecho	0,5
No definido y contradictorio	0
Más insatisfecho que satisfecho	-0,5
Máxima insatisfacción	-1

La satisfacción grupal (ISG) se calculó por la siguiente fórmula:

$$ISG = \frac{A(+1) + B(+0,5) + C(0) + D(-0,5) + E(-1)}{N}$$

Donde:

A representa el número de sujetos con índice individual 1

B representa el número de sujetos con índice individual 2

C representa el número de sujetos con índice individual 3 ó 6

D representa el número de sujetos con índice individual 4

E representa el número de sujetos con índice individual 5

N representa el número total de sujetos del grupo

Como resultado se obtuvo:

$$ISG = \frac{13 * 1 + 2 * 0,5}{15}$$

De manera que el ISG = 0,93

Los resultados de la satisfacción individual según las categorías empleadas fueron los siguientes:

Tabla 12. Resultado de aplicación de la técnica Iadov

Nivel de satisfacción	Cantidad	%
Máxima satisfacción	13	87,%
Más satisfecho que insatisfecho	2	13%
No definida	0	0

Capítulo 3. Implementación y prueba

Al procesar las respuestas a las encuestas en el cuadro lógico de ladov, se obtiene un grado de satisfacción grupal de 0.93, lo cual se traduce en una clara satisfacción con el Sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas.

En el criterio respecto a la organización y control de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas a través del uso de la solución propuesta, hubo una concordancia de un 100% en que contribuye a su mejora. De igual manera el 100% manifestó que no es oportuno continuar ejecutando los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas, sin hacer uso del sistema propuesto. Mientras que un 13% no le gusta mucho el Sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas.

Las preguntas abiertas que se formularon fueron:

- ¿Qué valoraciones le sugiere el Sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas, respecto la organización y control de dichos procesos?
- ¿Qué elemento(s) usted adicionaría al Sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas?

Entre las valoraciones positivas y sugerencias obtenidas como respuestas a las preguntas abiertas, se recopilaron criterios como los siguientes:

- El sistema permite un control más eficiente de las áreas en las que se ejecutan proyectos extensionistas.
- El sistema le garantiza a los responsables de proyectos extensionistas mayor rapidez para acceder a la información sobre el estado de la ejecución de los proyectos extensionistas de su área.
- El sistema permite la publicación de artículos periodísticos que contribuyen a visualizar el trabajo realizado en los proyectos extensionistas, así como sus objetivos y vías de contacto.
- El sistema puede ser utilizado desde dispositivos móviles, por lo que contribuye a dinamizar y agilizar el acceso a la información referente a los proyectos extensionistas cuando no se dispone de un ordenador.
- Se recomienda incluir un módulo que permita montar cursos para la formación no presencial de las personas interesadas en la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas.
- Se recomienda crear un manual de usuario para la administración del sistema.

Capítulo 3. Implementación y prueba

Los criterios emitidos validan la fortaleza de la propuesta. Luego de los resultados obtenidos con la aplicación de la técnica ladov, el cliente emitió el acta de aceptación, como evidencia de su satisfacción con el Sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas.

3.6 Conclusiones parciales

El proceso de implementación estuvo guiado por la elaboración de los diagramas de componentes de los requisitos funcionales, con lo que se presentó la vista de implementación del sistema. Las pruebas realizadas utilizando los casos de prueba diseñados y el IDE Selenium v2.9.1.1, permitieron detectar a tiempo un grupo de NC que fueron resueltas, obteniéndose finalmente un producto de software con las funcionalidades requeridas. Se comprobó el nivel de satisfacción de los clientes con la solución obtenida, mediante de técnica de ladov.

Conclusiones

Con la culminación de la presente investigación se obtuvo como resultado, la implementación del Sistema para la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas en la UCI. A continuación se exponen las conclusiones generales:

- ✓ El estudio realizado como parte de la investigación sirvió de apoyo en la toma de decisiones con vista al desarrollo de la propuesta de solución, demostrando que no existe un sistema informático que permita gestionar los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas teniendo en cuenta las relaciones y nexos de derivación que establece el Programa Nacional de Extensión Universitaria, para las formas organizativas del proceso extensionista.
- ✓ La realización del modelado del negocio y la descripción de los procesos identificados, sirvió de guía para el posterior diseño de la propuesta de solución.
- ✓ El empleo de la metodología, las herramientas, tecnologías y lenguajes de desarrollo seleccionados soportaron todo el proceso de desarrollo de la propuesta de solución. Además, los artefactos generados en correspondencia con la metodología de desarrollo AUP en su variante UCI, facilitaron la comprensión e implementación del sistema desarrollado.
- ✓ La propuesta de solución contribuye a organizar y controlar dichos procesos en la UCI.
- ✓ La realización de las pruebas al sistema desarrollado, permitió detectar y corregir los errores presentes en el mismo.
- ✓ Mediante la técnica de ladov se obtuvo un 93% de satisfacción grupal, comprobándose el alto nivel de satisfacción de los clientes con la propuesta de solución.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la investigación, para próximas investigaciones se recomienda:

- ✓ Incorporar un módulo que permita gestionar cursos para la formación no presencial de las personas interesadas en la gestión de los procesos de la Dirección de Proyectos Extensionistas.
- ✓ Continuar investigando las Áreas de Conocimientos de la Gestión de Proyecto que se definen en PMBOOK y su evidencia en los proyectos extensionistas de la UCI, con el objetivo de descubrir otros procesos que puedan ser informatizados.

Referencias bibliográficas

- Alegsa, Leandro. 2010.** ALEGSA. *Definición de Framework*. [En línea] 12 de Mayo de 2010. [Citado el: 27 de Enero de 2016.] <http://www.alegsa.com.ar/Dic/framework.php>.
- Alvarez, Miguel A. 2009.** Desarrolladoresweb.com. *Introducción a jQuery*. [En línea] 25 de Marzo de 2009. [Citado el: 14 de Abril de 2016.] <http://www.desarrolloweb.com/articulos/introduccion-jquery.html>.
- Analítica. Manual de diagramación de procesos bajo estándar BPMN.** [En línea] [Citado el: 1 de Febrero de 2016.] http://www.analitica.com.co/website/images/stories/documentosTecnicos_SGP/Manual%20de%20Diagramacion%20de%20Procesos%20Bajo%20Estandar%20BPMN.pdf.
- Ander Egg, Ezequiel. 1982.** *Metodología y práctica del desarrollo de la comunidad*. México: El Ateneo, 1982.
- Apache. 2016.** [En línea] 2016. [Citado el: 10 de Febrero de 2016.] <https://es.opensuse.org/Apache>.
- APM. 2016 b.** *Project management processes and phases*. [En línea] 2016 b. [Citado el: 4 de Febrero de 2016.] <https://www.apm.org.uk/blog/project-management-processes-and-phases#.U6GdaZRdV8E>.
- APM. 2016 a.** What Is Project Management? [En línea] 2016 a. [Citado el: 4 de Febrero de 2016.] <https://www.apm.org.uk/WhatIsPM>.
- Arnold, Ken y Gosling, James. 1997.** *Lenguaje de programación Java*. Madrid: s.n., 1997.
- Beltrán Sanz, Jaime, y otros. 2009.** *Guía para una gestión basada en procesos*. Sevilla, España: Instituto Andaluz de Tecnología, Imprenta Berekintza, 2009. ISBN 84-923464-7-7.
- Blanco Bueno, Carlos.** *Ingeniería de Software - Construcción y pruebas*. . [En línea] [Citado el: 28 de marzo de 2016.] <http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/ingenieria-del-software-ii/materiales/tema1-pruebasSistemasSoftware.pdf>.
- Blasco, Luis. 2013.** Redmaine, ¿para qué? [En línea] 12 de Junio de 2013. [Citado el: 4 de Febrero de 2016.] <http://www.luisblasco.com/redmine-para-que>.
- Bootstrap. 2015.** Bootstrap Blog. [En línea] 2015. [Citado el: 8 de Febrero de 2016.] <http://blog.getbootstrap.com/>.
- Cáceres González, Abdiel E. 2004.** *Lenguajes de Programación*. [pdf] Ciudad de México: Tecnológico de Monterrey, 2004.
- Cano Otero, Jesse Daniel, Lago Graverán, José Ángel y Díaz Domínguez, Alexey. 2008.** *Herramienta de Apoyo a la Gestión de Proyectos*. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2008. http://repositorio_institucional.uci.cu/jspui/handle/ident/TD_1225_08.
- Cardoza Ramírez, Anthony, Dante Guerrero, Chanduví y de los Ríos Carmenado, Ignacio. 2011.** *Comparación de cuatro sistemas de certificación del ámbito de la dirección de proyectos*. Huesca: XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, 2011.
- Castela Cruz, Esther. 2014.** Factor Humano Formación. Escuela Internacional de Postgrado. *Gestión de Proyectos vista por IPMA*. [En línea] 3 de febrero de 2014. [Citado el: 9 de Febrero de 2016.] <http://factorhumanoformacion.com/gestion-de-proyectos-ipma/>.
- Cobian, Carlos. 2014.** CobianMedia. *¿Cuál es el mejor software de gestión de proyectos?* [En línea] 9 de Septiembre de 2014. [Citado el: 4 de Febrero de 2016.] <http://www.cobianmedia.com/2014/07/09/software-de-gestion-proyectos/>.

- Cuní, David. 2012.** *Desventajas de Microsoft Project*. [En línea] 28 de Marzo de 2012. [Citado el: 8 de Febrero de 2016.] <http://empresayeconomia.republica.com/aplicaciones-para-empresas/desventajas-de-microsoft-proyect.html>.
- Doctrine Team. 2016.** Doctrine. [En línea] 2016. [Citado el: 13 de Abril de 2016.] <http://www.doctrine-project.org/>.
- Editores de código. 2014.** Editoresdecódigo.com. [En línea] 2014. [Citado el: 7 de Abril de 2016.] <http://www.editoresdecodigo.com/2014/06/descargar-phpstorm-full-ide-para-php-y-mas.html>.
- Encyclopedia of Computer Science. 2003.** *Management information systems (MIS)*. 4ta edición,; s.n., 2003. ISBN: 0-470-86412-5.
- Facultad de Ingeniería, Universidad de la República - Uruguay.** [En línea] [Citado el: 8 de Febrero de 2016.] <http://www.fing.edu.uy/inco/cursos/ingsoft/pis/proceso/MUM/dat/intro/intro.htm>.
- Fernández-Larrea, Mercedes. 2015.** El proyecto extensionista como eje articulador de la gestión de la extensión universitaria. [En línea] 17 de Abril de 2015. [Citado el: 3 de Febrero de 2016.] <http://www.congresouniversidad.cu/revista/index.php/congresouniversidad/article/viewFile/1109/557>. 2306-918X.
- Figueroa, Roberth G., Solís, Camilo J. y Armando, Cabrera A.** *METODOLOGÍAS TRADICIONALES VS. METODOLOGÍAS ÁGILES*. [En línea] [Citado el: 5 de Febrero de 2016.] <https://adonisnet.files.wordpress.com/2008/06/articulo-metodologia-de-sw-formato.doc>.
- García González, Ernesto Miguel. 2016.** *Entrevista personal sobre particularidades de la extensión universitaria en la UCI*. La Habana, 12 de Marzo de 2016.
- Garzáz, Javier. 2012.** *Las metodologías Crystal. Otras metodologías ágiles que, quizás, te puedan encajar más que Scrum*. [En línea] 25 de Septiembre de 2012. [Citado el: 5 de Febrero de 2016.] <http://www.javiergarzas.com/2012/09/metodologias-crystal.html>.
- Gauchat, Juan Diego. 2014.** *El gran libro de HTML5, CSS3 y Javascript*. [pdf] s.l. : Marcombo Ediciones Técnicas, 2014.
- González, González y Ramón, Gil. 1996.** *Un modelo de extensión universitaria para la extensión universitaria. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas*. La Habana, Cuba: Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo, 1996.
- Grifol, Daniel.** *Metodologías ágiles de desarrollo de software*. [En línea] [Citado el: 5 de Febrero de 2016.] <http://danielgrifol.es/metodologias-agiles-de-desarrollo-de-software/>.
- . *Gestionar un proyecto no es dirigir un proyecto*. [En línea] [Citado el: 4 de Febrero de 2016.] <http://danielgrifol.es/gestionar-un-proyecto-no-es-dirigir-un-proyecto/>.
- IPMA, International Project Management Association. 2009.** *NCB: Bases para la Competencia de Dirección de Proyectos, versión 3.1*. Valencia, España: Editorial UPV, 2009.
- IPMA, International Project Management Association. 2015.** *About IPMA*. [En línea] 2015. [Citado el: 10 de Febrero de 2016.] <http://www.ipma.world/about/>.
- Jaques, Tim. 2016.** *New IPMA ICB, PEB and OCB ready for download*. [En línea] 2016. [Citado el: 7 de Febrero de 2016.]
- JetBrains. 2016.** *PHPStorm*. [En línea] 2016. [Citado el: 12 de Abril de 2016.] <https://www.jetbrains.com/phpstorm/>.
- Joooa. [En línea] Google Sites. <https://sites.google.com/site/joooa/informatica-tecnologia/definicion-de-lenguajes-de-programacion-del-lado-del-servidor-que-son-los-lenguajes-de-programacion-del-lado-del-servidor>.

- Junta de Andalucía.** *Doctrine.* [En línea] [Citado el: 12 de Abril de 2016.] <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/260>.
- Jurado, Carlos Blé.** 2010. *Diseño Agil con TDD.* 2010.
- Kuzmina, N.V.** 1970. *Metódicas investigativas de la acción pedagógica.* Leningrado: s.n., 1970.
- Laboratorio Nacional de Calidad del Software de INTECO.** 2009. Ingeniería del software: Metodologías y ciclos de vida. [En línea] Marzo de 2009. [Citado el: 2016 de Enero de 26.] https://www.incibe.es/file/N85W1ZWFHifRgUc_oY8_Xg.
- LanceTalent.** 2016. *Las 10 mejores herramientas para la gestión de proyectos online.* [En línea] 24 de Enero de 2016. [Citado el: 4 de Febrero de 2016.] <https://www.lancetalent.com/blog/las-10-mejores-herramientas-para-la-gestion-de-proyectos-online/>.
- Larman, Craig.** **UML y Patrones. Introducción al análisis orientado a objetos y al proceso unificado.** 2003. s.l: Pearson Educación, 2003. ISBN 9788420534381.
- LibrosWeb.** 2016 a. Librosweb.es. *Introducción a JavaScript.* [En línea] 2016 a. [Citado el: 1 de Febrero de 2016.] http://librosweb.es/libro/javascript/capitulo_1.html.
- . 2016 b. LibrosWeb.es. [En línea] 2016 b. [Citado el: 7 de Abril de 2016.] http://librosweb.es/libro/symfony_1_4/capitulo_1/symfony_en_pocas_palabras.html.
- . 2016 c. LibrosWeb.es. [En línea] 2016 c. [Citado el: 12 de Abril de 2016.] https://librosweb.es/libro/symfony_2_x/capitulo_7/plantillas.html.
- López Paredes, Adolfo.** 2008. Management o... "el Saber Decidir". [En línea] 28 de Diciembre de 2008. [Citado el: 4 de Febrero de 2016.] <http://direccionygestiondeempresasyproyectos.blogspot.com/2008/12/management-ogestadministracindirecci.html>.
- machTi.** 2015. Diferencias entre dirección y gestión de proyectos. [En línea] 22 de Abril de 2015. [Citado el: 4 de Febrero de 2016.] <http://www.machti.com.mx/blog/diferencias-entre-direccion-y-gestion-de-proyectos/>.
- Martelli, Alex.** 2008. *Python. Guía de referencia.* Madrid: s.n., 2008.
- Martín García, Elena.** 2013. *Desarrollo de una aplicación web para la creación de exámenes de opción.* Madrid: s.n., 2013.
- MDN Mozilla Developer Network.** 2015. *JavaScript.* [En línea] 24 de Julio de 2015. [Citado el: 6 de Febrero de 2016.] <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>.
- MES.** 2004. *Programa Nacional de Extensión Universitaria.* [Documento] La Habana: s.n., 2004.
- Object Management Group Business Process Model and Notation.** [En línea] [Citado el: 1 de Febrero de 2016.] <http://www.bpmn.org/>.
- Oiver Andrés Pérez A.** 2011. Cuatro enfoques metodológicos para el desarrollo de Software RUP – MSF – XP - SCRUM. [En línea] 10 de Junio de 2011. [Citado el: 2016 de Enero de 26.] <http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs/index.php/Inventum/article/download/9/9>.
- openSUSE.** *Apache.* [En línea] [Citado el: 17 de Abril de 2016.] <https://es.opensuse.org/Apache>.
- Otwell, Taylor.** 2016. GitHub. [En línea] 2016. [Citado el: 27 de Mayo de 2016.] <https://github.com/laravel/framework>.
- Piñero Pérez y otros, Pedro.** 2014. GESPRO Paquete para la gestión de Proyectos. [En línea] 1 de Marzo de 2014. [Citado el: 5 de Febrero de 2016.] https://www.researchgate.net/publication/260418890_GESPRO_Paquete_para_la_gestion_de_proyectos.

- PMI Madrid.** ¿Qué es el Project Management Institute?. [En línea] [Citado el: 4 de Febrero de 2016.] http://www.pmi-mad.org/index.php?option=com_content&view=article&id=65&Itemid=69.
- PMI. 2016.** What is Project Management? [En línea] 2016. [Citado el: 4 de Febrero de 2016.] <http://www.pmi.org/About-Us/About-Us-What-is-Project-Management.aspx>.
- PMM Institute For Learning. 2016.** *Project Management*. [En línea] 2016. [Citado el: 3 de Febrero de 2016.] <http://www.pmmlearning.com/project-management/>.
- Pressman, Roger S. 2002.** *Ingeniería del Software, un enfoque Práctico. quinta edición.* s.l.: McGraw-Hill Companies, 2002. ISBN 8448132149.
- Project Management Institute, Inc. 2013.** *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®) -- Quinta edición.* Newtown Square, Pennsylvania: s.n., 2013. ISBN978-1-62825-009-1.
- Quees.la. 2016.** ¿Qué es organizar? [En línea] 2016. [Citado el: 2 de Mayo de 2016.] <http://quees.la/organizar/>.
- Redmine. 2016.** [En línea] 2016. [Citado el: 4 de Febrero de 2016.] <http://www.redmine.org/>.
- Rodríguez Tello, Eduardo A. 2012.** *Estrategias y técnicas de prueba del software.* [.pdf] CINESTAV-Tamaulipas: s.n., 2012.
- Roselló, Reynaldo Rosado. 2016.** Gestor de Documentos Administrativos. [En línea] 2016. [Citado el: 28 de Junio de 2016.] <https://excriba.prod.uci.cu/page/context/shared/document-details?nodeRef=workspace://SpacesStore/7f2a24b8-928e-4455-891a-8f2c3d48beb8>.
- Rumbaugh, J., Jacobson, I. y Booch, G. 2000.** El Lenguaje Unificado del Modelado. Manual de Referencia. *UML*. [En línea] 2000. [Citado el: 2 de Febrero de 2016.] <https://ingenieriasoftware2011.files.wordpress.com/2011/07/el-lenguaje-unificado-de-modelado-manual-de-referencia.pdf>. ISBN: 84-7829-037-0.
- Sánchez Asenjo, Jorge. 2012.** *Gestión de Bases de Datos usando Oracle SQL y PL/SQL.* [En línea] 2012. [Citado el: 15 de Enero de 2016.] <http://www.jorgesanchez.net/bd/gbd2012.pdf>.
- SensioLabs. 2012.** *Twig: The flexible, fast, and secure.* [En línea] 2012. [Citado el: 15 de Abril de 2016.] <http://twig.sensiolabs.org/>.
- Sommerville, Ian. 2005.** *Ingeniería de Software 7ma edición.* s.l. : Pearson-Addison Wesley, 2005.
- Symfony. 2016.** *Symfony. What is Symfony?* [En línea] 2016. [Citado el: 10 de Enero de 20016.] <https://symfony.com/what-is-symfony>.
- Team, CodeIgniter. 2016.** GitHub. [En línea] 2016. [Citado el: 27 de Mayo de 2016.] <https://github.com/bcit-ci/CodeIgniter>.
- Tecnológico.** [En línea] [Citado el: 23 de Enero de 2016.] <http://www.mitecnologico.com/Main/DefinicionDeProgramacion>.
- The Apache Software Foundation. 2016.** Apache Tomcat. [En línea] 11 de Enero de 2016. [Citado el: 2 de Febrero de 2016.] <https://tomcat.apache.org/index.html>.
- The PHP Group. 2016.** [En línea] 2016. [Citado el: 30 de Abril de 2016.] <https://secure.php.net/>.
- The PostgreSQL Global Development Group. 2010.** PostgreSQL. *Dossier de Prensa de PostgreSQL 9.0.* [En línea] 20 de Septiembre de 2010. [Citado el: 4 de Enero de 2016.] <http://www.postgresql.org/about/press/presskit90/es/>.
- . 2016.** PostgreSQL. *What is PostgreSQL?* [En línea] 2016. [Citado el: 1 de Febrero de 2016.] <http://www.postgresql.org/docs/9.4/static/intro-what.html>.
- The World Wide Web Consortium. 2016.** W3C. *HTML & CSS.* [En línea] 2016. [Citado el: 20 de Enero de 2016.] <https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>.

- Torre, Aníbal de la. 2006.** Aníbal de la Torre - Blog. [En línea] 2006. [Citado el: 27 de Mayo de 2016.] http://www.adelat.org/media/docum/nuke_publico/lenguajes_del_lado_servidor_o_cliente.html.
- Torres Vargas, Georgina Araceli. 1995.** *La Universidad en sus publicaciones: historia y perspectivas*. México: UNAM, Coordinación de Humanidades, Dirección General de Publicaciones, 1995. 968-36-4109-1.
- Tünnermann Bernheim, Carlos. 2000.** El nuevo concepto de la extensión universitaria. [En línea] noviembre de 2000. [Citado el: 20 de Noviembre de 2015.] <http://www.aduba.org.ar/wp-content/uploads/2013/10/NuevoConceptoExtensionUniversitaria-CarlosTunnermann.pdf>.
- Universidad de La Habana. 2012.** [En línea] 29 de Septiembre de 2012. [Citado el: 3 de Febrero de 2016.] <http://www.uh.cu/node/5>.
- Universidad ESAN. 2014.** *Programa de Alta Especialización en Gestión de Procesos*. [En línea] 2014. [Citado el: 2 de Febrero de 2016.] <http://www.esan.edu.pe/pae/gestion-de-procesos/>.
- Universidad Nacional de La Plata. 2015.** Extensión Universitaria, un compromiso con la integración. [En línea] 8 de Junio de 2015. [Citado el: 2016 de Febrero de 2016.] http://www.unlp.edu.ar/articulo/2008/4/10/extension_apertura_institucional.
- Universidad Politécnica de Madrid. Patrones del Gang of four.** [En línea] [Citado el: 10 de Marzo de 2016.] http://is.ls.fi.upm.es/docencia/proyecto/docs/patrones_gof.pdf.
- Universidad Unión Bolivariana. 2014.** METODOLOGIAS AGILES “PROCESO UNIFICADO AGIL (AUP)”. [En línea] 2014. [Citado el: 2016 de Enero de 26.] <http://ingenieriadesoftware.mex.tl/images/18149/METODOLOGIAS%20AGILES.pdf>.
- Valledor, Luis V. y David, de la Fuente García. 2010.** *Certificaciones a la gestión de proyectos. IPMA, PMI, ISPI y APM Group*. [pdf] Donostia - San Sebastián: 4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, 2010.
- Vásquez González, Paulo. 2007.** *Metodologías de Gestión de Proyectos, alcance, impacto y tendencias. Seminario para optar al título de Ingeniero en Información y Control de Gestión*. [pdf] s.l. : Universidad de Chile. Facultad de Economía y Negocios. Escuela de Sistemas de Información y Auditoría, 2007.
- Visual Paradigm.** [En línea] [Citado el: 20 de Enero de 2016.] <http://www.visual-paradigm.com/news/vpsuite40/vpuml70.jsp>.
- Wallace, William. 2014.** Edinburgh Business School. *Gestión de proyectos*. [En línea] 2014. [Citado el: 4 de Febrero de 2016.] <https://www.ebsglobal.net/documents/course-tasters/spanish/pdf/pr-bk-taster.pdf>.
- Welicki, León. 2016.** *Patrones y Antipatrones: una Introducción - Parte II*. [En línea] 2016. [Citado el: 1 de Marzo de 2016.] <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb972251.aspx>.
- White, Stephen A. y Miers, Derek.** *Guía de Referencia y Modelado BPMN*. Lighthouse Point, Florida, USA: Future Strategies Inc. ISBN13: 978-0-9819870-3-3.
- Wilhelm, Richard. 2009.** ASTM International. *Método de prueba, práctica ¿u otra cosa?* [En línea] Octubre de 2009. [Citado el: 20 de Marzo de 2016.] http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPSO09/ruls_regs_sps09.html.
- Yaciel. 2014.** Comunidad Cubana de PHP. *AngularJS primeros pasos*. [En línea] 10 de Septiembre de 2014. [Citado el: 28 de Mayo de 2016.] <https://php.uci.cu/angularjs-primeros-pasos/>.
- Zona Económica. 2010.** ZonaEconomica.com. *Concepto de Control*. [En línea] Septiembre de 2010. [Citado el: 2 de Mayo de 2016.] <http://www.zonaeconomica.com/contro>