

Sistema de información web de apoyo al concurso docente de planta en la Universidad de los Llanos

Information System to support the faculty member contest at Universidad de los Llanos

Hawer A. Forero

Universidad de los Llanos

hawer.forero@unillanos.edu.co

Olga Lucero Vega Márquez

Directora del proyecto

Resumen — Este trabajo es el resultado de un proceso investigativo aplicando la metodología Design Science Research (DSR) “Ciencia del diseño” para generar una solución TIC desde la Ingeniería de Software como apoyo a uno de los procesos críticos que tiene la Universidad de los Llanos como es el concurso docente para profesores de planta, que actualmente se realiza de forma manual y cuya complejidad sobre todo de tipo legal exige la ejecución de múltiples revisiones y cálculos, por esta razón se hace necesario un sistema de información que facilite la labor y permita publicar las diferentes etapas que se surten en el concurso en una forma rápida más que la actual, de forma que se mejore la eficiencia en la gestión del proceso de concurso.

La TIC seleccionada fue la plataforma Java Enterprise Edition (JavaEE) ya que permite el desarrollo y ejecución de aplicaciones empresariales a la medida, enfocadas en la solución de problemas críticos con un diseño de arquitectura de software en múltiples capas. Además el proceso de diseño y desarrollo de la solución siguió la metodología de desarrollo de software PSP-TSP, utilizada para construir productos de software de alta calidad.

Palabras clave — DSRM, Ingeniería de Software, Aplicación Empresarial, Java EE, PSP-TSP.

Abstract — This work is the result of a research process applying the Design Science Research methodology (DSR) to generate an ICT solution based on software engineering principles to support one of the critical processes at Universidad de los Llanos: the faculty member contest, which is currently done manually and whose complexity, mainly of legal type, requires running multiple reviews and calculations; for this reason is very important to have an information system to facilitate the work and the access to information to publish the different stages at the contest in a such way it should be more efficient and transparent

The selected ICT was the Java Enterprise Edition platform (JavaEE) because it allows the development and implementation of personalized enterprise applications, focused on solving critical problems with a design of software architecture in multiple layers. Besides, the design and solution development process was realized following the

PSP-TSP development methodology to guarantee high-quality software.

Keywords — DSRM, Software Engineering, Enterprise Application, Java EE, PSP-TSP.

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene su origen en la solicitud de la Vicerrectoría Académica de la Universidad de los Llanos, al grupo de investigación en Desarrollo y Apropiación de TIC, DyATIC, para apoyar el proceso de concurso público de méritos docente para plazas de planta, que actualmente es manual y cuya complejidad, exige un sistema que facilite la labor y permita publicar las diferentes etapas que se surten en el concurso en una más forma rápida que la actual, de forma que se redunde en una mayor transparencia.

En los dos últimos concursos realizados para proveer plazas docentes de planta (años 2012 y 2013), el número de plazas fue de 23 y 28 respectivamente y el número total de hojas de vida recibidas superó las 300.

El proceso en su mayoría se realiza manualmente (salvo algunas sumas de puntaje en Excel) por lo que por ejemplo en la preselección de los aspirantes, en la que se debió digitar la información de la hoja de vida, elaborar una lista de resumen y luego publicarla por la web, el tiempo de realización fue de 10 días y se requirieron 5 personas aproximadamente para el concurso del 2012, y 10 días con 10 personas aproximadamente en el concurso 2013 [1]. Actividades como ésta se espera que puedan ser transformadas con el apoyo de un sistema de información (en este caso particular con un formulario de ingreso de datos, p.ej) al igual que el resto de actividades que conforman el proceso de concurso docente.

Con este trabajo se propone investigar, siguiendo el enfoque “Design Science Research” (la ciencia del diseño), una solución informática que mejore el proceso de concurso público de méritos para docentes de planta con miras a lograr menor tiempo y menor esfuerzo, que conduzcan a una mayor celeridad y transparencia, aportando de esta forma a un clima de confianza y seguridad en este proceso en particular en la Universidad.

2. ESTADO DEL ARTE

Este trabajo contempla dos saberes disciplinares, por un lado el que tiene que ver con el dominio de negocio, que para este caso trata del proceso de concurso público de méritos para profesores de planta en una universidad pública, y por otro lado la Ingeniería de Software en lo que tiene que ver con el desarrollo de software orientado a la web, con tecnologías abiertas.

2.1 Dominio del negocio

La ley en Colombia establece que para ser nombrado profesor de una universidad estatal u oficial, se requiere la realización de un concurso público de méritos, cuya reglamentación corresponde al Consejo Superior Universitario de cada universidad [2]. El concurso consiste en la selección de uno o varios participantes que llenen a plenitud unos requerimientos establecidos previamente, para el caso de Vinculación de Profesores a la Universidad de los Llanos están establecidos en el Acuerdo Superior N°002 de 2010 [3]. En este acuerdo se establece que el proceso del concurso público para profesores de planta en la Universidad tiene las siguientes fases: aprobación de la necesidad del nuevo docente (plaza), definición del tipo de vinculación, convocatoria al concurso, preselección de los aspirantes, evaluación y selección de los concursantes y nombramiento del profesor [3]. Para cada plaza se deben realizar todas las fases mencionadas; las fases de preselección, evaluación y selección de los concursantes adicionalmente se realizan sobre cada una de las hojas de vida recibidas.

2.1.1 Procesos similares en entornos actuales

El gobierno nacional estableció la Comisión Nacional del Servicio Civil [4], como un órgano de garantía y protección del sistema de mérito en el empleo público, quien se encarga elaborar las convocatorias, apoyándose en diferentes sistemas de información los cuales facilitan el desarrollo de actividades como la realización de la oferta pública de carrera con el OPEC (Oferta Publica Empleos de Carrera) [8], la inscripción por parte de los aspirantes, control de información de registro de carrera y evaluación del desempeño laboral.

También en algunas Universidades el concurso se gestiona con la ayuda de aplicaciones web que brindan mayor agilidad, en el desarrollo de las actividades involucradas en el proceso, un ejemplo es la Universidad del Cauca y su sistema de información “Sistema de Contratación” [5] el cual permite ver las convocatorias realizadas por la universidad en todas sus dependencias , su estado actual (vigente o desierta), el cronograma establecido y los formatos utilizados durante el proceso, otro ejemplo es el Sistema de Hoja de Vida Pública [6] implementado en la Universidad del Valle establecido para registrar y actualizar la hoja de vida de los interesados en vincularse con la universidad como profesores.

2.2 Conceptos de la Ingeniería de Software

Ingeniería de Software: La ingeniería del Software es una disciplina que comprende todos los aspectos de la producción de software; el proceso de desarrollo es un conjunto de

actividades cuyo resultado es el producto de software. Existen métodos que son formas organizadas de producir software los cuales incluyen sugerencias para el proceso que se debe seguir, la notación que se va a utilizar, los modelos del sistema que hay que desarrollar, las reglas que gobiernan estos modelos y las pautas del diseño entre otras. [7]

Aplicaciones Web: Una aplicación web es un tipo especial de aplicación cliente/servidor, donde tanto el cliente, como el servidor y el protocolo mediante el que se comunican (HTTP) están estandarizados y no han de ser creados por el programador de aplicaciones. En las aplicaciones web suelen distinguirse tres niveles el nivel superior que interacciona con el usuario (el cliente web, normalmente un navegador), el inferior que proporciona a los datos, normalmente gestionados por un sistema de gestión de base de datos (servidor de datos) y el nivel intermedio o de lógica que procesa los datos, compuesto por módulos que implementan la lógica de la aplicación y que se ejecutan en el servidor de aplicaciones. [8]

Aplicaciones Empresariales: Las aplicaciones empresariales son aquellas que soportan procesos y servicios que realiza una empresa, que la caracterizan, la definen y diferencian en el mercado, llamados “core” del negocio, su estructura es diferente a otro tipo de aplicaciones (de Escritorio, Editores, Juegos; Compiladores, etc), debido a que requieren características especiales como:

- Existe “Lógica de Negocio” particular
- Es cambiante y muchas veces compleja
- Grandes cantidades de datos persistentes
- Acceso concurrente a los datos
- Diferentes tipos de usuarios e interfaces de usuario
- Integración con otras aplicaciones empresariales

Arquitectura 3 capas: Es una arquitectura cliente-servidor que define cómo organizar el modelo de diseño de la una aplicación en por lo menos 3capas que separan los aspectos de interface, modelo de negocio y modelo de datos. Este patrón es importante porque simplifica la comprensión y la organización del desarrollo de sistemas complejos, facilitando las posibilidades de mantenimiento debido a que cada capa es independiente de la otra los cambios o actualizaciones pueden ser realizados sin afectar la aplicación como un todo, un diseño de arquitectura escalable que puede ampliarse con facilidad en caso que las necesidades aumenten.

2.3 Tecnologías Disponibles

Java EE: Es una plataforma de programación propiedad de Oracle Corporation [9], conocida como Java Empresarial, que define un estándar para el desarrollo y ejecución de aplicaciones de software distribuidas, basadas en componentes que corren sobre un servidor de aplicaciones, utilizando un modelo de múltiples capas orientado a la construcción de sistemas empresariales, añadiendo las capacidades necesarias para proveer una plataforma Java completa, estable, segura y rápida, reduciendo significativamente el costo y complejidad. [10]

Una aplicación empresarial Java EE típica presenta una solución concreta basada en la arquitectura que muestra en la **Ilustración 1**.

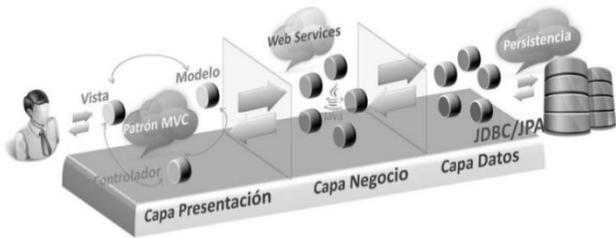


Ilustración 1. Arquitectura multicapas JavaEE Tomada de [11]

Java EE cuenta con una serie de framework que pueden ser utilizados para cada una de las capas, a continuación se describen los utilizados en este proyecto:

JSF (Java Server Faces): Para la capa de presentación se utilizó JSF el cual es un framework MVC (Modelo-Vista Controlador) que proporciona un entorno para simplificar el desarrollo de interfaces de usuario en aplicaciones Java EE complejas, JSF utiliza las páginas Facelets como vista, objetos JavaBean como modelos y métodos de esos objetos como controladores. En la **Ilustración 2** se puede apreciar cómo se implementa este patrón.

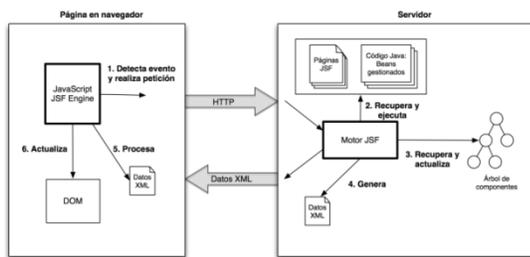


Ilustración 2 Funcionamiento JSF Tomada de [12]

EJB (Enterprise Java Beans): Para la capa de negocio se utilizó EJB es un modelo de componentes distribuidos de lado del servidor. Los EJB son la base fundamental de la especificación Java EE ya que le permiten al desarrollador abstraerse de los problemas generales de una aplicación empresarial (conurrencia, transacciones, persistencia y seguridad), centrándose en la lógica del negocio. El funcionamiento de los componentes EJB se basa fundamentalmente en el trabajo del contenedor EJB. El contenedor EJB es un programa Java que corre en el servidor y que contiene todas las clases y objetos necesarios para el correcto funcionamiento de los enterprise beans. Como se puede ver en la **Ilustración 3**, el cliente nunca se comunica directamente con el Enterprise Bean, sino que el contenedor EJB proporciona un EJBObject que hace de interfaz.

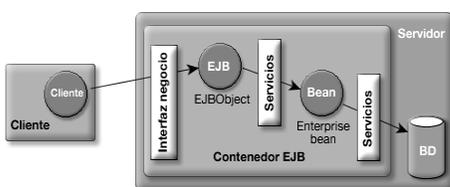


Ilustración 3 Funcionamiento EJB Tomada de [13]

JPA (Java Persistence Api): Por ultimo para la capa de datos de utilizo JPA, que es el estándar creado como parte de la plataforma Java EE para la capa de persistencia. La **Ilustración 4** muestra la distribución de la especificación JPA, que es una abstracción del Api JDBC para realizar operaciones sobre la base de datos realizando una conversión entre las entidades Java y los registros en las tablas por medio de un mapeo objeto-relacional (ORM), que es una técnica de programación para comunicar datos entre bases de datos relacionales y lenguajes de programación orientados a objetos, como Java. El ORM está basado en POJO (Plain Old Java Objects) y se realiza mediante simples anotaciones en las propias clases de entidad, lo que quiere decir que el diseño y uso del modelo de datos (el dominio) en nuestra aplicación se hará con instancias (objetos) Java convencionales que representan un registro(fila) en la base de datos.

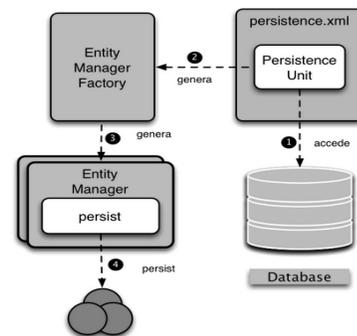


Ilustración 4 Componentes JPA Tomada de [14]

3. METODOLOGÍA

La aplicación de la Metodología de la Investigación de Diseño (DSRM por sus siglas en inglés Design Science Research Methodology) se realizará siguiendo el modelo de proceso sugerido por [15], que se muestra en la **Ilustración 5**.

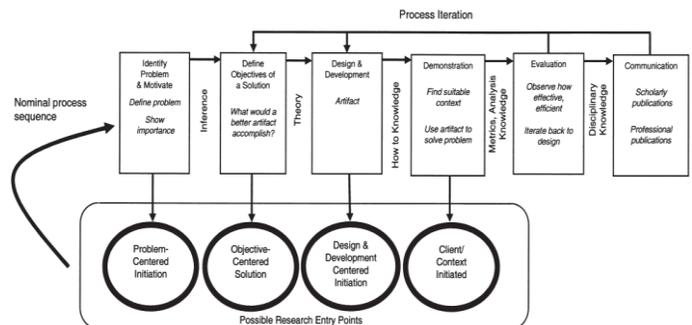


Ilustración 5 Proceso de aplicación de la metodología de DSRM [15]

La etapa de diseño y desarrollo de los artefactos se realizará aplicando la metodología PSP-TSP, que se explica a continuación:

3.1 Metodología de desarrollo de software (PSP-TSP):

Esta metodología consiste en un conjunto de métodos que muestran cómo planificar, medir y administrar el trabajo de un profesional miembro de un equipo de desarrollo de software, cuyo objetivo principal es mejorar la calidad en los

procesos de desarrollo de software, implementando la aplicación de mejores prácticas a nivel individual.

El modelo de aprendizaje de PSP está dividido en niveles, implementados de manera incremental los niveles superiores adicionan características a los niveles ya implementados lo que minimiza el impacto de los cambios en los hábitos del desarrollador.

Los niveles de aplicación de PSP se muestran en la Ilustración 6.

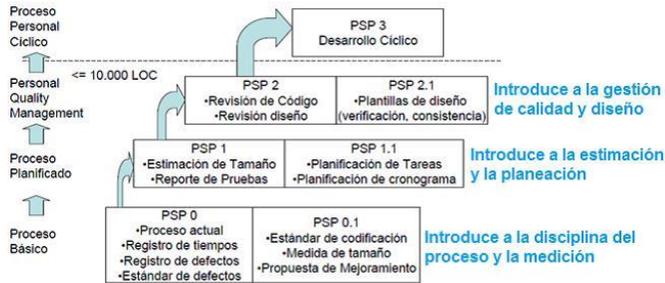


Ilustración 6 Niveles Metodología PSP [16]

Lo más importante del proceso de aprendizaje son los datos recogidos después de cada nivel o fase pues con base en los resultados obtenidos en el nivel actual se propone mejorar el desempeño personal para el siguiente nivel.

Un proceso definido consta de una serie de pasos, elementos o actividades que comúnmente se llaman fases. Las fases de un proceso PSP simple consisten en pasos sin mayor complejidad. Los procesos más complejos pueden tener fases que son así mismo procesos. Los pasos o actividades en cada fase se definen por un script tal como se ve en la Ilustración 7. Como mínimo, cualquier proceso PSP debe tener tres fases: planificación, desarrollo y postmortem,

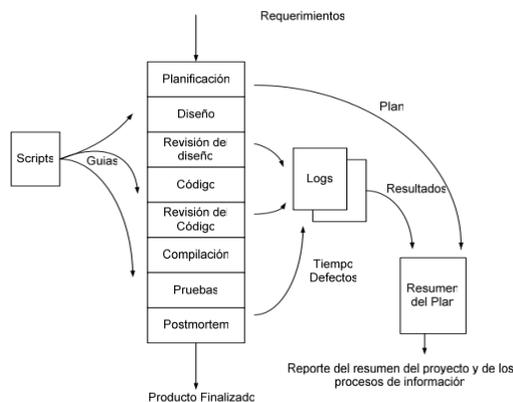


Ilustración 7 Flujo del proceso PSP [16].

4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA

En esta sección se describe el proceso realizado en el desarrollo del trabajo aplicando la metodología DSRM siguiendo los pasos de la Ilustración 5.

4.1 Definición del problema

Se logra luego de entrevistar los profesionales de apoyo de Vicerrectoría Académica de la Universidad de los Llanos; en

esta ellos resaltan la importancia que tiene para la Universidad el Concurso Público de Méritos para profesores de planta, cuyo objetivo, de fortalecer la capacidad investigativa y formativa de la institución a través del incremento de la planta docente, exige el cumplimiento adecuado de condiciones administrativas y logísticas, que garanticen la transparencia y eficiencia en el desarrollo del proceso de concurso; ahora bien aunque el proceso es funcional actualmente, la problemática radica en el tiempo y esfuerzo que lleva realizar ciertas actividades las cuales se realizan de forma manual y cuya complejidad, sobre todo de tipo legal, exige la ejecución de múltiples revisiones y cálculos, por esta razón se hace necesario desarrollar un Sistema de Información de apoyo, el cual permita a los involucrados contar con una alternativa para acceder a la información necesaria de los aspirantes para cada una las fases establecidas en el proceso de concurso de una forma ágil, flexible y dinámica, logrando así mejorar la gestión y transparencia del proceso.

4.2 Definición de los objetivos

En relación a la definición del problema se estableció como objetivo general Mejorar la eficiencia (tiempo de respuesta, esfuerzo y calidad de la información) en la gestión del proceso de concurso público de méritos para ser profesor de planta en la Universidad de los Llanos, a través del desarrollo de un sistema de información de apoyo.

La actividad desarrollada para esta fase fue el “levantamiento de requerimientos” en la que se construyeron los siguientes artefactos:

- **Glosario:** En el documento glosario se representaron los términos manejados a lo largo de todo el proceso de concurso docente, que tiene como propósito definir con exactitud y sin ambigüedad la terminología manejada de tal modo que se cree un lenguaje común entre el cliente y el desarrollador.
- **Mapa Conceptual:** El siguiente artefacto generado fue el diagrama conceptual en el cual organizamos y representamos gráficamente la jerarquía y relación que existe entre las definiciones encontradas sobre el tema de concurso publico de méritos en la Universidad de los Llanos.
- **Modelo de procesos en BPMN:** Como último artefacto generado para la representación del modelo de dominio se encuentra el modelo BPMN (Notación para el Modelado de Procesos de Negocio), en él se describe los usuarios involucrados y el flujo de actividades desde el inicio hasta finalizar el proceso de concurso.

Con los cuales se logró una comprensión del modelo de dominio, para definir la estructura y dinámica de la organización comprendiendo de manera general el proceso de negocio a intervenir.

En el BPMN, revisado conjuntamente con los involucrados (stakeholders) se identificaron las actividades a ser

sistematizadas en el proyecto con miras a mejorar los indicadores de gestión y desempeño.

4.3 Diseño y Desarrollo

Para el diseño y desarrollo se aplicó la metodología PSP. Inicialmente y como línea base para futuras estimaciones y planes se utilizó el primer nivel PSP0, que tiene como objetivo inculcar practicas disciplinadas, siguiendo los diferentes scripts del proceso proporcionados por Watts S. Humphrey [16]. Este autor nos enseña la importancia del registro de datos, haciendo uso de los diferentes formularios y estándares, en este primer nivel nos encargamos básicamente de medir el tiempo invertido y los defectos inyectados y removidos en cada una de las fases.

Para aplicar PSP como se observó en la **Ilustración 7** es necesario seguir las actividades propuestas en un Script, en caso de PSP0 en **Ilustración 8** se detallan dichas actividades:

Step	Activities	Description
1	Planning	<ul style="list-style-type: none"> Produce or obtain a requirements statement Estimate the required development time. Enter the plan data in the Project Plan Summary form. Complete the Time Recording log
2	Development	<ul style="list-style-type: none"> Design the program. Implement the design. Compute the program, and fix and log all defects found. Test the program, and fix and log all defects found. Complete the Time Recording log
3	Postmortem	<ul style="list-style-type: none"> Complete the Project Plan Summary form with actual time, defect, and size data.

Ilustración 8 PSP0 Process Script

A continuación se muestra como se aplicó la metodología PSP 0 en las actividades de Planeación, Desarrollo y Postmortem:

4.3.1 Planeación

El objetivo de esta etapa es planificar el trabajo y estimar los recursos con el mayor detalle posible tomando como base la descripción del problema, a partir de la cual se establece la especificación de los requerimientos del Sistema de Información.

A continuación se detallan los requerimientos:

4.3.1.1 Requerimientos funcionales

Los casos de uso representan las interacciones entre los actores y el sistema de información, definiéndose así la funcionalidad del sistema [17]. Estos requerimientos se establecen identificando los actores y las acciones, uso, los actores son las agrupaciones de los diferentes usuarios del sistema en roles.

- **Actores:** Los actores del proceso fueron descubiertos en la fase de definición de objetivos, cuando se construyó el modelo de dominio.

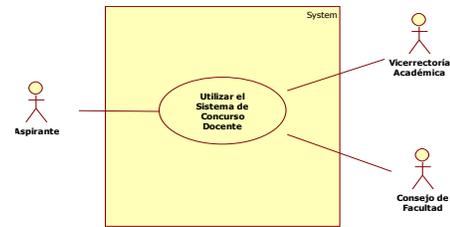


Ilustración 9 Actores del Sistema

- **Caso de uso general**

El “caso de uso general” muestra la interacción de todos los actores con las funcionalidades establecidas para el sistema de Información. En este se establece que el Aspirante podrá inscribir la hoja de vida a un concurso, la Vicerrectoría Académica podrá configurar una convocatoria, registrar hojas de vida radicadas, consultar, generar reportes y a su vez junto con el Consejo de Facultad podrán generar el formato de evaluación

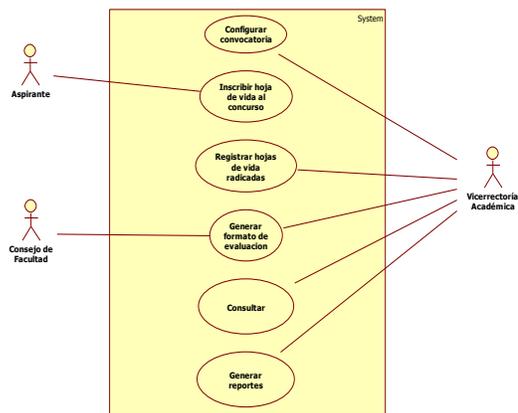


Ilustración 10 Caso de uso general

- **Requerimientos no funcionales**

Los requerimientos no funcionales del sistema de información describen los aspectos generales, que no incluyen una relación directa con el comportamiento funcional del sistema, corresponden a restricciones y exigencias correspondientes a desempeño, disponibilidad, escalabilidad, mantenibilidad, usabilidad y Seguridad

4.3.2 Diseño

El diseño es el primer paso en la etapa de desarrollo y tiene como objetivo revisar los requerimientos y producir un diseño que represente en forma abstracta, la solución al problema propuesto. La metodología PSP no prescribe una técnica específica de diseño, a cambio, propone que éste contemple por lo menos dos categorías compuestas así:



Ilustración 11. Estructura especificación de diseño PSP Tomada de [16]

En este trabajo por las características particulares de la tecnología JavaEE y los requerimientos planteados (funcionales y no funcionales), se utilizan las siguientes plantillas para el diseño:

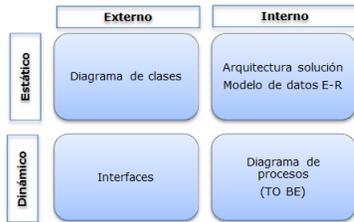


Ilustración 12. Estructura diseño de la aplicación

4.3.3 Codificación

Ésta es la segunda parte de nuestro desarrollo y tiene como objetivo convertir el diseño presentado, en código fuente, por medio de un lenguaje de programación; para nuestro caso, usando la tecnología Java EE.

La implementación del diseño propuesto, utilizando la tecnología seleccionada se realizó con los siguientes entornos de desarrollo (codificación):

- Eclipse Java EE: Herramienta para crear aplicaciones JavaEE
- Maven: Sistema para manejo de proyectos de software.

La **Ilustración 13** muestra la implementación del proyecto con toda la estructura de carpetas.

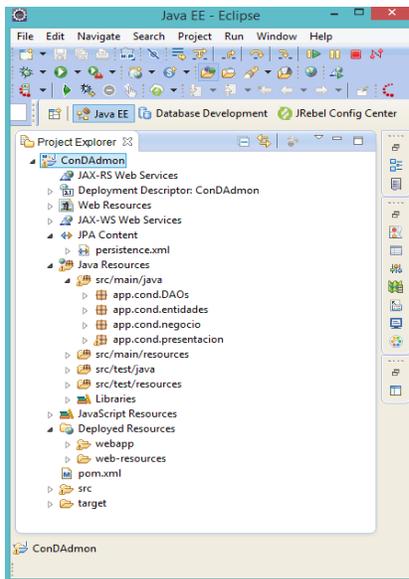


Ilustración 13. Estructura de carpetas del proyecto

4.3.4 Pruebas

La fase de pruebas tiene como objetivo ejecutar el proyecto desarrollado y verificar el funcionamiento correcto y en caso de presentarse errores, realizar los cambios pertinentes. Para este proyecto la realización de las pruebas se dividió en dos partes por un lado la revisión del código fuente y por otro lado la revisión de las funcionalidades del sistema.

4.3.4.1 Pruebas de revisión de código fuente (Caja Blanca)

En estas pruebas se realizó una revisión de todo el código fuente, garantizando que todos los métodos se ejecuten por lo menos una vez

4.3.4.2 Pruebas de funcionalidad del sistema (Caja Blanca)

En estas pruebas se verifica lo que se espera en cada módulo, para esto se suministra datos de prueba de entrada y se analizan los resultados. De acuerdo a las funcionalidades especificadas en los casos de uso se realizan los casos de prueba.

4.3.5 Postmortem

El postmortem es la tercera y última fase del proceso de PSP0 tal y como se muestra en la **Ilustración 8** la cual tiene como objetivo realizar una revisión general del proceso realizado.

Entre las actividades realizadas en postmortem se encuentra el análisis de nuestros datos como se observa a continuación:

4.3.5.1 Tiempo en las fases

Un primer análisis es ver el tiempo utilizado en cada una de las fases del proceso de PSP0 en el proyecto.



Ilustración 14. Tiempo en fase a la fecha

4.3.5.2 Defectos inyectados y eliminados por fase

Se muestra la cantidad de defectos inyectados y eliminados por fase para nuestro caso el 100% de nuestros defectos fueron inyectados en la fase de codificación y eliminados en la fase de pruebas

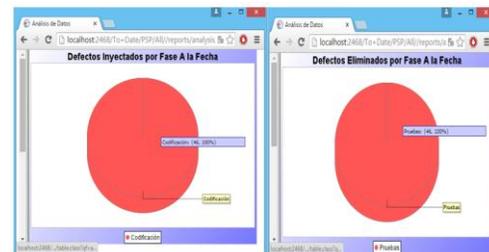


Ilustración 15. Defectos inyectados y eliminados por fase

4.3.5.3 Tipo de defectos

En estas graficas se compara por un lado el número defectos eliminados divididos según el tipo defecto y por otro lado el

tiempo invertido en la remoción del defecto según el tipo. Estos datos son muy importantes por ejemplo para saber cuáles son los tipos de defecto que más se cometen y cuales son los que más me cuesta remover y a los que le debo prestar atención para no cometerlos en futuros proyectos.

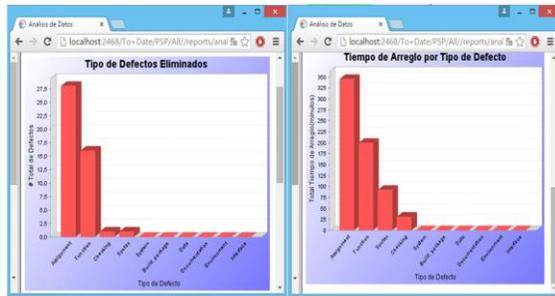


Ilustración 16. Tipo de defectos eliminados

4.4 Demostración

La demostración del proyecto se realizó a lo largo del desarrollo del mismo, en reuniones de seguimiento. En estas reuniones se utilizó un instrumento en el cual se registra la agenda, su desarrollo, las decisiones más importantes y un resumen de tareas a realizar para la siguiente reunión.

En estas demostraciones se explicó a los involucrados (Vicerrectoría Académica y su equipo asesor y la secretaría técnica de evaluación docente) que el producto es una aplicación web denominada “Sistema de información de apoyo al concurso público de méritos para ser profesor de planta en la Universidad de los llanos – ConD”.

De igual forma se explicó que la aplicación está dividida en dos módulos, uno para los aspirantes y uno para los funcionarios de la vicerrectoría académica. Las interfaces de estos módulos pueden ser revisadas en el capítulo de pruebas. En estas pruebas los funcionarios tuvieron la oportunidad de aprender el uso de la aplicación en ambos módulos, pudiendo así quedar habilitados para la gestión del concurso y para brindar apoyo a los concursantes en sus procesos de inscripción.

El producto desarrollado utiliza tecnologías diferentes para cada módulo así:

1. Módulo de Inscripción al concurso: Tecnología php implementada en un servidor Apache.

Ilustración 17 muestra la página de inicio del módulo de inscripción. El encabezado incluye el logo de la Universidad de los Llanos y el texto: 'UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS VICERRECTORÍA ACADÉMICA'. El título principal es 'FORMATO DE HOJA DE VIDA PARA PARTICIPAR CONCURSO DE MÉRITOS PROFESORES DE PLANTA 02-P-2014'. Hay dos secciones principales: 'REGISTRARSE' con un botón 'Registrar' y 'INICIAR SESIÓN' con campos de 'Usuario (Nº Identificación)' y 'Contraseña', un botón 'Iniciar Sesión' y un enlace '¿Olvidé mi Contraseña?'. El navegador muestra 'localhost:ConD'.

Ilustración 17. Página de inicio módulo inscripción

2. Módulo para la administración del concurso: Tecnología JavaEE implementada en el servidor de aplicaciones Jboss.

Ilustración 18 muestra la página de inicio del módulo de administración. El encabezado incluye el logo de 'ConD' y el texto: 'Sistema de Información Concurso Docente'. Hay un menú desplegable para 'Tipo de Sesión' (Administrador), campos de 'Usuario' y 'Contraseña', y un botón 'Ingresar'. El pie de página incluye el logo de la Universidad de los Llanos y el texto: 'Universidad de los Llanos Vicerrectoría Académica'. El navegador muestra 'localhost:8080/ConDAdmon/consolidados.jsf'.

Ilustración 18. Página de inicio módulo inscripción

No obstante, los datos están centralizados en una misma base de datos que es accedida desde ambos módulos: MySQL.

Es importante destacar que el caso de uso “Generar formato de evaluación” hace uso de una herramienta de escritorio: Microsoft Excel, para generar un archivo con fórmulas y datos que pueden ser consultados utilizando dicha herramienta. La configuración de este archivo y su diseño fue realizado en forma conjunta con los involucrados y con ellos mismos se realizaron las demostraciones necesarias para lograr el producto final que es el que se utiliza por el Consejo de Facultad para la asignación de puntaje al concursante por concepto de Hoja de Vida.

4.5 Evaluación

La evaluación de este proyecto se realizó mediante la aplicación de una prueba piloto a los funcionarios de la Vicerrectoría Académica responsables de la administración del concurso público de méritos para ser profesor de planta en la Universidad de los llanos, con esta se pretende determinar la efectividad del sistema de información desarrollado, midiendo los indicadores previamente establecidos. Para llevar a cabo dicha prueba, se hizo una comparación de los objetivos del, con resultados arrojados, luego de haber implementado nuestro aplicativo, y de igual manera se tomó como punto de referencia el tiempo invertido en la realización de las actividades en el proceso de concurso para poder corroborar la eficiencia del aplicativo.

Las actividades de las cuales se llevó el registro del tiempo fueron aquellas que se sistematizaron en esta primera versión del proyecto, debido a su complejidad puesto que se realizaban manualmente sobre cada una de las hojas de vida recibidas y de las cuales dependía en gran medida la eficiencia del proceso.

Luego de analizar los resultados obtenidos en cuanto a la comparación del promedio de tiempo que lleva realizar las actividades por los funcionarios de Vicerrectoría Académica antes y después del sistema de información se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 1 Resultados evaluación sistema de información

Actividad	Descripción	Tiempo (Antes)	Tiempo (Después)
1	Generar consolidado de inscritos a la fecha	No se realizaba	0,2 horas
2	Generar acta hojas de vida radicadas	3 días	0,2 horas
3	Revisión preliminar de una hojas de vida	4 horas	0,5 horas
4	Revisar hoja de vida para calificación	16 horas	0,5 horas
5	Asignar puntajes a una hoja de vida	5 horas	1 hora

La Tabla 1 muestra el resultado final de la evaluación logrando evidenciar que los tiempos de realización de las actividades donde el sistema de información interactúa se redujeron considerablemente al compararlos con el tiempo utilizado en convocatorias anteriores cuando las actividades se realizaban de forma manual, ahora bien al analizar los resultados de la tabla anterior, se puede evidenciar que la aplicación permite generar en la actividad 1, un consolidado de inscritos a la fecha, el cual se puede generar en un tiempo aproximado de 20 minutos, esto representa un éxito, tomando en cuenta con el proceso actual no se lograría; y de otra forma, de las cuatro actividades posteriores, observamos una reducción sustancial en el tiempo, específicamente en la actividad 2, donde para poder generar las actas de las hojas de vida radicadas es necesario destinar hasta 3 días hábiles, y con la implementación del software, solo bastara unos minutos. Con estos resultados se puede concluir que se cumple el objetivo de mejorar la eficiencia (tiempo de respuesta, esfuerzo y calidad de la información en la gestión del proceso de concurso público de méritos para ser profesor de planta en la Universidad de los Llanos, a través del desarrollo de un sistema de información de apoyo, y que además le permite a la institución ahorrar recursos.

4.6 Comunicación

En esta última fase se comunica el problema solucionado y su importancia, la descripción del producto final, su utilidad, novedad, el diseño etc. Para este proyecto toda esta información está plasmada en el informe final del proyecto y este artículo científico elaborado.

5. RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron con este proyecto se han clasificado siguiendo los lineamientos de la Dirección General de Investigaciones y de la DSR (Design Science Research), a saber:

5.1 Relacionados con la generación de conocimiento y/o nuevos desarrollos tecnológicos

Tabla 2 Generación de nuevo conocimiento

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Documento de definición de indicadores para medir aspectos de mejora en las actividades propias del proceso de concurso público de méritos para profesores de planta: o tiempos de realización de actividades como inventario, revisión y asignación de puntaje a un currículum: títulos, productividad, etc. o Acceso público a la información.	1 documento	- Oficinas de la Universidad de los llanos involucradas en la evaluación de gestión de procesos: o Planeación o SIG o Vicerrectoría académica - Grupos de investigación en las áreas de: o Desarrollo de Software basado en procesos. o Gestión de proyectos.
Descripción del proceso de convocatoria pública de méritos para profesores de planta.	1 BPMN	

5.2 Conducentes al fortalecimiento de la capacidad científica institucional o nacional

Tabla 3 Fortalecimiento de la comunidad científica

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Página web para ser publicada en unillanos.edu.co, con el proceso de convocatoria a concurso de méritos en BPMN.	1 página web.	- Grupos de investigación en el área de Desarrollo de Software basado en procesos. - Comunidad académica de ed. Superior

5.3 Dirigidos a la apropiación social del conocimiento

Tabla 4 Apropiación social del conocimiento

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Artículo científico sobre el trabajo desarrollado	1 artículo	- Grupos de investigación en las áreas de: • Ingeniería de Software • Gestión de TI • Gestión de proyectos. - Industria de Software - Comunidad académica de educación superior
Curso en descripción de procesos con BPMN la comunidad académica de ingeniería de software de la Universidad de los Llanos.	1 Registro asistencia. 1 Caso de estudio	- Estudiantes del curso de Gestión de proyectos de Software del Programa de Ingeniería de Sistemas - Estudiantes del curso de Modelado de Software de la Especialización en Ingeniería de Software

5.4 Según la aplicación de la metodología de Investigación

En este trabajo, los resultados, conforme a la categorización de [9], para la investigación en la ciencia del diseño (DSR de sus en inglés Design Science Research) se ubican de la forma que muestra la siguiente tabla:

Tabla 5 Resultados de la metodología DSRM

Salida	Descripción	En esta investigación
1.Constructos	El vocabulario conceptual de un dominio	Vocabulario conceptual del dominio de "concurso público de méritos para profesores de planta" en la Universidad de los Llanos.
2.Modelos	Un conjunto de proposiciones o sentencias que expresan relaciones entre constructos	Modelo, en BPMN, del proceso de "concurso público de méritos para profesores de planta" en la Universidad de los Llanos. Modelo conceptual de los constructos del punto 1.
3.Métodos	Un conjunto de pasos llevados a cabo para desempeñar una tarea - conocimiento de cómo hacer.	Manuales de usuario para el administrador del sistema de Información de apoyo al "concurso público de méritos para profesores de planta" en la Universidad de los Llanos.
4.Instanciaciones	La operacionalización de constructos, modelos y métodos.	Sistema de Información de apoyo al "concurso público de méritos para profesores de planta" en la Universidad de los Llanos.
5.Mejores Teorías	Construcción de artefactos como analogía a la ciencia natural experimental.	Artefactos de la metodología TSP-PSP adaptados al proyecto en particular

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones de este trabajo deben dividirse en dos tipos, por un lado los logros alcanzados para la Universidad y por el otro los logros obtenidos desde la ingeniería de software aplicando la investigación para lograr el conocimiento y aplicación de tecnologías abiertas emergentes para soluciones como la creada para este caso. Finalmente, el trabajo realizado permite hacer un conjunto de recomendaciones tanto para el desarrollo de software para la gestión académica

de la universidad, como para la aplicación de la ingeniería de software en general.

6.1 Conclusiones desde el dominio del negocio.

El objetivo de este proyecto era el desarrollo de un Sistema de información web de apoyo al concurso público de méritos para ser profesor de planta en la universidad de los llanos, que mejorará la eficiencia en la gestión del proceso de concurso. Los indicadores que mayor impacto tienen en el concurso y sus valores, antes de utilizar el producto de software desarrollado son:

Tabla 6 Indicadores de mayor impacto en el concurso, sin software de apoyo.

Indicador	Tiempo (Antes)
Generar consolidado de inscritos a la fecha	No se realiza debido a que toda la información se tienen archivos físicos.
Generar acta hojas de vida radicadas	3 días para menos de 200 hojas de vida.
Revisión preliminar de UNA (1) hoja de vida	4 horas por hoja de vida.
Revisar hoja de vida para calificación	16 horas por hoja de vida.
Asignar puntajes a una hoja de vida	5 horas por hoja de vida.

Como resultado del uso de la herramienta se logró la mejora notable en todos estos indicadores, a pesar que el número de inscritos aumentó.

Tabla 7 Indicadores de mayor impacto en el concurso, con el software de apoyo.

Descripción	Tiempo
Generar consolidado de inscritos a la fecha	20 min. para 600 inscritos
Generar acta hojas de vida radicadas	20 min. para 300 radicados.
Revisión preliminar de UNA (1) hoja de vida	30 min. por hoja de vida.
Revisar hoja de vida para calificación	30 min. por hoja de vida.
Asignar puntajes a una hoja de vida	1 hora por hoja de vida.

Con lo anterior se muestra que el objetivo general se cumplió a cabalidad. Adicionalmente, es importante resaltar que además de los indicadores anteriores, se lograron otros efectos positivos como fueron:

Mayor asertividad en el proceso de asignación de puntaje. Debido a que los criterios de asignación de puntaje en su mayoría pudieron ser incorporados en la hoja de Excel y así se logró menos errores.

Menor número de reclamaciones por concepto de errores en la asignación de puntaje.

Mayor celeridad en los procesos de consulta de inscritos, posibilidad de seguimiento al proceso de inscripción. Este aspecto en particular permitió que se tomaran decisiones administrativas en pro del concurso como incrementar la

publicidad dado que el número de inscritos crecía muy lentamente.

Mayor celeridad y transparencia en los procesos de evaluación de la hoja de vida. Aquí particularmente el efecto también fue notorio. Anteriormente la evaluación debía ser realizada en forma previa por un equipo de asesores de la oficina de asuntos docentes quienes “proyectaban” un formato que el consejo de facultad avalaba o ajustaba. Con la notable disminución en el tiempo de generación de este formato y su asignación mayormente automática de los puntajes, el Consejo de Facultad pudo asumir en forma directa esta actividad, lo cual hizo que el proceso en general fuera más rápido debido a que las hojas se distribuían en los Consejos según los concursos y que hubiese mayor transparencia en el proceso de evaluación, pues cada consejo de facultad en general se apropió de la asignación de puntajes sin la intervención previa de terceros.

Reducción de costos. Debido al acceso a la información consolidada de inscritos y a la menor cantidad de errores en la asignación de puntajes, se logró que el número de inscritos y de radicados aumentara, lo que finalmente redundó en reducción de costos por la asertividad en la adjudicación de las plazas.

6.2 Conclusiones desde la ingeniería de software.

El proceso investigativo guiado por la Design Science Research (DSR) permitió que tanto la identificación de las necesidades como el diseño y desarrollo de artefactos que permitieran su realización, fuera un proceso controlado, formal y permanentemente aprobado por los involucrados en la problemática que se intentaba resolver.

Ceñir el trabajo a las etapas de Definición del problema, Definición de los objetivos, Diseño y Desarrollo, Demostración, Evaluación y Comunicación, aunque implicó un mayor esfuerzo, además de imprimirle calidad a los resultados, facilitó la apropiación de la cultura de investigación en el quehacer del desarrollo de software. Con toda seguridad afirmo que en este proceso he pasado de ser un desarrollador de software a ser un investigador en la ingeniería de software. Conozco qué artefactos son fundamentales para lograr la calidad en el producto, cuáles permiten que los involucrados estén apropiados de su papel fundamental como co-creadores de la solución (desde el instrumento de seguimiento, hasta los desarrollos en la etapa de pruebas, pasando por el glosario, el modelo conceptual y los diagramas de procesos de negocios).

De otra parte, el apoyo en la metodología de desarrollo de software PSP-TSP, me permitió inculcar practicas disciplinadas en el desarrollo del software, a través de seguir los diferentes scripts del proceso, siendo esto fundamental para establecer una línea base para la estimación en futuros proyectos y poder establecer en fases tempranas la cantidad de esfuerzo que nos llevaría terminar una aplicación.

Por último y no menos importante, con este proceso descubrí grandes potencialidades para el desarrollo de software en arquitectura en 3 capas con la tecnología Java EE, ya que

contar con componentes de código distribuidos de acuerdo a la funcionalidad que cumplen (Sea de interfaz de usuario, negocio de la aplicación o modelo datos), facilita entre otras cosas la posibilidad de realizar modificaciones si afectar toda la aplicación, debido a que cada capa es independiente de la otra, también es una tecnología escalable que puede ampliarse con facilidad en caso que aparezcan nuevos requerimientos, en cuanto a la seguridad de la aplicación también obtenemos grandes beneficios con evitar ataques como inyección de código SQL o JavaScript de forma autónoma.

Afirmo con total seguridad que una aplicación en Java EE, con los framework JSF para la capa de presentación, EJB para la capa de negocio y JPA para la capa de datos, nos permiten crear funcionalidades complejas las cuales de una forma sencilla y ágil pueden ser extendidas, mantenidas y escaladas.

6.3 Recomendaciones.

Usar la metodología Design Science Research (DSR) en los procesos investigativos en el área de la Ingeniería de Software.

Usar la metodología de desarrollo de software TSP-PSP para construir productos de software funcionales y de alta calidad.

Con los datos recogidos en el desarrollo de este trabajo, se debe avanzar a en la aplicación de la metodología PSP en su nivel PSPS1.

Utilizar la tecnología Java EE para aplicaciones de software que tengan características similares a este proyecto como por ejemplo una lógica del Negocio particular, grandes cantidades de datos persistentes, acceso concurrente a los datos, diferentes tipos de usuario e interfaces de usuario.

Migrar la funcionalidad del caso de uso “Inscribir hoja de vida a un concurso”. A la tecnología JavaEE y realizar el desarrollo de software para los concursos públicos de méritos para profesores ocasionales y de catedráticos.

Vincular este desarrollo a los otros procesos de gestión académica, como son la contratación y la gestión de los currículos Vitae.

Implementación de versionamiento para controlar cambios y nuevos desarrollos

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. Forero, *Entrevista con involucrados*, 2013.
- [2] Congreso de la Republica de Colombia, Diciembre 1992. [En línea]. Available: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/1992/ley_0030_1992_pr001.html.
- [3] Universidad de los Llanos, Consejo Superior, 18 Febrero 2010. [En línea]. Available: http://web.unillanos.edu.co/centro-de-documentacion/doc_view/736-acuerdo-superior-no-002.html.
- [4] Comision Nacional del Servicio Civil, [En línea]. Available: <http://www.cnsc.gov.co/>.
- [5] Universidad del Cauca, [En línea]. Available: <http://www.unicauca.edu.co/viceadmin/contratacion-lgarantias/>.
- [6] Universidad del Valle, [En línea]. Available: <https://webse25.univalle.edu.co/hojadevidapublica/paquetes/hojadevida/index.php>.
- [7] I. Sommerville, Ingeniería de Software, M. Martin, Ed., Madrid: Pearson Educacion S.A, 2005.
- [8] S. Luján Mora, Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web, Editorial Club Universitario, 2002.
- [9] Oracle. [En línea]. Available: <http://www.oracle.com/index.html>.
- [10] Oracle, Mayo 2013. [En línea]. Available: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/overview/index.html>.
- [11] Global Mentoring , 2015. [En línea]. Available: <http://globalmentoring.com.mx/curso-javase/>.
- [12] Universidad de Alicante, [En línea]. Available: <http://www.jtech.ua.es/j2ee/publico/jsf-2012-13/sesion01-apuntes.html>.
- [13] Universidad de Alicante, [En línea]. Available: Ilustración 7. Representación de alto nivel del funcionamiento de los Enterprise beans.
- [14] C. A. Caules, «Arquitectura Java JPA Domain Driven Design,» 2014.
- [15] K. Peffers, T. Tuunanen, M. A. Rothenberger y . S. Chatterjee, «A Design Science Research Methodology for Information Systems Research,» *Journal of Management Information Systems*, vol. 24, n° Issue 3, pp. 45-77, Winter 2007/2008.
- [16] W. S. Humphrey, PSP A Self-Improvement Process for Software Engineers, Westford: Addison Wesley, 2013.
- [17] S. R. Schach, «Object- Oriented and Classical Software Engineering,» Mc Graw Hill, 2010.
- [18] V. Vaishnavi y B. Kuechler, «Design Science Research in Information Systems,» 20 enero 2004. [En línea]. Available: <http://desrist.org/design-research-in-information-systems/>. [Último acceso: 9 04 2012].