

Modelo de evaluación del potencial de desarrollo, investigación e innovación basado en software libre, en programas académicos de Ingeniería de Sistemas – El Framework PDII

Potential of development, investigation and invention evaluation model freeware based, in System Engineering academic programs – The PDII Framework

Julio Alejandro Pinzón Núñez^{1*}, M.Sc., Pablo Emilio Santamaría Acevedo, M.Sc.^{2*}

¹ *Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Tunja, Colombia. *japinzonn@hotmail.com.*

² *Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Tunja, Colombia. *pesantamariaa@gmail.com.*

Fecha de recepción del artículo: 6/8/2011 Fecha de aceptación del artículo: 11/10/2011

Resumen

Este artículo describe un modelo para evaluar el potencial de desarrollo, investigación e innovación de un programa académico basando dicho potencial, en la filosofía del Software Libre (SL). Esta propuesta se enfoca a programas académicos en ciencias de la computación y se divide en tres áreas de evaluación para poder determinar los tres aspectos es decir, el desarrollo, la investigación y la innovación. La primer área de evaluación es el escenario de aplicaciones computacionales que apoyan el trabajo de los docentes y administrativos del programa académico, la segunda es el segmento académico que determina el potencial de los docentes para innovar en sus actividades académicas según su preparación en software libre, finalmente se evalúa el área de investigación que determina la productividad en software libre del programa académico.

Palabras clave

Arquitectura Empresarial, Software libre, Desarrollo, Investigación, Innovación.

Abstract

This paper describes a model to evaluate the potential of development, investigation and invention in

an academic program basing this potential, in the freeware philosophy. This proposal focuses on to computer sciences academic programs and himself divide in three areas of evaluation to determine the three aspects that is development, investigation and invention. The first area of evaluation is the computational applications scene that support the work of both professors and staff of the academic program, the second the academic sector determines the potential of professors to innovate in their academic activities of his training in free software, finally evaluates the research area that determines the productivity in freeware of the academic program.

Key words

Enterprise Architecture, Freeware, Development, Research, Invention.

Introducción

Es evidente que el SL ha ganado terreno desde la aparición de la Free Software Foundation (FSF) [1], esta evolución ha permitido compartir el conocimiento principalmente de programadores y disponer de software a costos muy bajos e incluso gratuito. La robustez que también ha alcanzado sobre todo en sistemas operativos, ha permitido que compañías de toda clase y tamaño, fundamenten su

soporte computacional en este tipo de soluciones y las Instituciones de Educación Superior no son ajenas a este “movimiento” (como lo denominan sus gestores).

Antes de implantar soluciones puntuales y aisladas, es conveniente que la organización considere diseñar una Arquitectura Empresarial (AE) que le permita “definir una forma ordenada de proveer a todos los niveles de la empresa un marco de trabajo definido y claro, un rayado de cancha donde todos los actores de la empresa están considerados, y donde cada nivel participa, centrándose en los procesos y finalmente apoyando las estrategias y metas del negocio” [2].

Este marco de trabajo que constituye la AE, puede incluir soluciones libres, y a fin de medir la posibilidad que tiene un Programa Académico para desarrollar sus actividades tanto administrativas como académicas, se ha diseñado el Framework PDII el cual pretende determinar: 1) la viabilidad de fundamentar dichas actividades, en el software de licenciamiento libre, 2) la posibilidad de investigar sobre temas relacionados con SL y 3) la posibilidad de innovar en el quehacer académico con base en ese tipo de software.

En el presente artículo, como primera medida, se definen conceptualmente los términos potencial, desarrollo, investigación e innovación, luego se trata brevemente el tema de AE, en seguida se muestra el diseño de Framework para finalmente, explicar los resultados obtenidos de su aplicación en un Programa Académico, resultados que demuestran en cierta medida, su validez y aplicabilidad en otras organizaciones del mismo tipo.

Metodología

La Real Academia de la Lengua Española [3] define “potencial” como aquel término que hace referencia a que puede suceder o existir un evento; “desarrollo” como aquel término que hace referencia a progreso, crecimiento económico, social, cultural o político de una comunidad

humana; “investigación” como el proceso que tiene por fin ampliar el conocimiento científico; e “innovación” como la creación o modificación de un producto. A partir de éstas definiciones se puede deducir que existe una probabilidad o posibilidad de que un hecho se presente que para el caso de estudio, serían el desarrollo, la investigación y la innovación en un Programa Académico de nivel Superior, tomando como partida la medición de algunos atributos característicos de esos hechos.

El Framework PDII sugiere una medida de la posibilidad que tiene el programa académico para desarrollarse como tal, utilizando herramientas de software de licenciamiento libre para apoyar los procesos que permiten dicho crecimiento y evolución. En cuanto a la innovación e investigación científica, no es propósito del Framework medir los niveles que pueda alcanzar el Programa en esas materias sino las posibilidades de realizarlas en temas de SL.

El Segmento de Aplicaciones del Framework es funcional siempre y cuando exista una AE previa, la cual surge de la necesidad de tener un panorama de la empresa, ya que identifica los componentes de la organización y su relación para conseguir las metas del negocio, integra elementos de planeación, operación y tecnología, entre otros y es la estructura que almacena y comunica dichos componentes. ISO/IEC 42010:2007 define “*architecture*” como: “*The fundamental organization of a system, embodied in its components, their relationships to each other and the environment, and the principles governing its design and evolution*” [4].

Un Framework de Arquitectura como The Open Group Architecture Framework (TOGAF) soporta cuatro tipos de arquitectura como: Arquitectura del Negocio, Arquitectura de Datos, Arquitectura de Aplicación y Arquitectura Tecnológica [5], los cuales son utilizados aquí para la evaluación del Segmento de Aplicaciones.

Los segmentos Investigación y Académico, se fundamentan en algunos de los ítems que define

Colciencias en el Sistema de Información SCIENTi, para registrar los currículos de los Investigadores (CvLAC[6]) y para registrar las hojas de vida de grupos de investigación (GrupLAC[6]) colombianos. El Framework PDII se muestra en la Figura 1.

Indicador General

El Indicador General (IG) muestra el potencial de desarrollo, investigación e innovación con fundamento en SL es decir, la posibilidad que tiene la Institución para desarrollarse, investigar e innovar con fundamento en la filosofía del Open Source. Esta primera sección es el resultado del

promedio de los indicadores de potencial de las tres secciones restantes es decir, el Indicador del Potencial de Aplicaciones (PAp) del Escenario de Aplicaciones, el Indicador del Potencial Académico (PAc) del Segmento Académico y el Indicador del Potencial de Investigación (PI) del Segmento Investigación. La ec. 1 muestra el cálculo de IG.

$$(1) IG = (PAp + PAc + PI) / 3$$

Escenario de Aplicaciones

El indicador de ésta sección mide el potencial de desarrollo en el sentido de que, uno de los aspectos en los cuales una Organización basa

FRAMEWORK PARA DETERMINAR EL POTENCIAL DE DESARROLLO, INVESTIGACION E INNOVACION BASADO EN SOFTWARE LIBRE EN UNA IES				
INSTITUCION / ORGANIZACIÓN:		FUNDACION UNIVERSITARIA JUAN DE CASTELLANOS - PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS		
INDICADOR GENERAL:	68,4			
ESCENARIO DE APLICACIONES				
Nro. Aplicaciones Necesarias	Nro. Aplicaciones Propietarias Existentes	Nro. Aplicaciones de SL Existentes	Indicador de Potencial Aplicaciones	
14	0	0	100.0	
SEGMENTO ACADEMICO				
Indicador de Potencial Académico			100%	\$2.4
Elementos	Nro. De elementos basados en SL	Nro. Total	Ponderación	Valoración
Formación Académica			15%	4.55
Pregrado	0	11	0%	0.00
Postgrado	5	11	10%	4.55
Perfeccionamiento (Diplomados, Seminarios, otros)	0	0	5%	0.00
Experiencia Profesional			15%	9.58
Administración de sistemas	1	2	5%	2.50
Investigación	4	4	5%	5.00
Docencia (Asignaturas)	30	72	5%	2.08
Productividad			70%	38.25
Trabajos para eventos (Capítulos de memoria)	2	5	15%	6.00
Software	2	5	10%	4.00
Dirección de proyectos de grado	8	20	8%	3.20
Jurado de proyectos de grado	8	20	7%	2.80
Participación en eventos	3	5	10%	6.00
Trabajos dirigidos/tutorías en marcha	5	8	10%	6.25
Otros Proyectos	3	3	10%	10.00
SEGMENTO INVESTIGACION				
Indicador de Potencial Investigación			100%	\$2.7
Elementos	Nro. De elementos basados en SL	Nro. Total	Ponderación	Valoración
Grupos/ Seminarios	1	2	20%	10.00
Lineas de investigación declaradas por los grupos	3	5	20%	12.00
Nro. De integrantes	20	26	15%	11.54
Producción - Artículos publicados en revistas científicas	4	9	15%	6.67
Trabajos en eventos (Capítulos de memoria)	5	6	15%	12.50
Trabajos de Grado	0	0	15%	0.00

Figura 1. El Framework PDII

su desarrollo es la plataforma tecnológica que soporta la información. En esta sección se registra en el Nro. Aplicaciones Necesarias (an) es decir, la cantidad de soluciones de software que indica la Arquitectura de Aplicaciones (AA) de la AE[7] [8]. En Nro. Aplicaciones Propietarias Existentes (ape) se registra la cantidad de soluciones de software bajo licenciamiento propietario que la Organización tiene en producción y que están dadas igualmente por la AA[9]. El Nro. Aplicaciones de SL Existentes (asle) registra la cantidad de soluciones de software bajo licenciamiento Open Source que la Organización tiene en producción y que están dadas también por la AA. El Indicador de Potencial Aplicaciones (PAp) sugerirá una medida de las posibilidades que tiene la Organización para desarrollarse basando su tecnología de información en el SL. Matemáticamente dado por:

$$(2) \text{ PAp} = (\text{an} - \text{ape} - \text{asle}) * 100 / \text{an}$$

Segmento Académico

El indicador de ésta sección, mide el potencial de innovación es decir, las posibilidades que tiene la Organización de transformar sus contenidos programáticos, productos académicos y perfiles de sus docentes basando su Formación Académica, Experiencia Profesional y su Productividad en la filosofía del SL. Esta sección se subdivide en Indicador de Potencial Académico (PAc), Formación Académica (fa), Experiencia Profesional (ep) y Productividad (p). A las tres últimas se les asigna una ponderación o peso porcentual dentro del Segmento, ponderación que a su vez, es distribuida entre los ítems que conforman cada área. El indicador esta dado por:

$$(3) \text{ PAc} = \text{fa} + \text{ep} + \text{p}$$

En el área de Formación Académica se registra el número de títulos de pregrado (pre) total y con énfasis en SL con que cuentan los docentes del Programa. A pesar que el estado actual de la

educación en Colombia no existe este tipo de énfasis, en caso de que esta situación evolucione hacia pregrados con este tipo de profundización, el Framework no quedará desactualizado y no se requerirán modificaciones estructurales, mientras tanto se puede eliminar su incidencia asignándole un porcentaje de 0. Se incluye el número de títulos de postgrado (pos) (Especializaciones, Maestrías y Doctorados) totales y con enfoque en el SL de los docentes del programa. Por ultimo se registran el número de títulos de perfeccionamiento (per) total y con énfasis en SL. El índice de Formación Académica es calculado por:

$$(4) \text{ fa} = (\text{pre} * \text{ppre}) + (\text{pos} * \text{ppos}) + (\text{per} * \text{pper})$$

$$(4.1) \text{ pre} = \frac{\text{pregrados basados en SL} * 100}{\text{total pregrados}}$$

$$(4.2) \text{ pos} = \frac{\text{postgrados basados en SL} * 100}{\text{total postgrados}}$$

$$(4.3) \text{ per} = \frac{\text{perfeccionamiento basado en SL} * 100}{\text{total perfeccionamientos}}$$

Donde:

Total pregrados, Total postgrados y Total perfeccionamientos deben ser mayores que 0.

ppre: Ponderación de los títulos de pregrado

ppos: Ponderación de los títulos de postgrado

pper: Ponderación de los títulos de perfeccionamiento

La Experiencia Profesional se mide mediante la práctica que poseen los docentes en la Administración de Sistemas (adm), la Investigación (inv) y la Docencia (doc). En las celdas de Administración de Sistemas se registra el número de docentes que tienen experiencia comprobada en la administración de sistemas informáticos o plataformas en general y de SL. En Investigación se registra el número de docentes investigadores en general y aquellos que enfatizan en SL. En el ítem Docencia se registra el número de asignaturas cuyo contenido temático se desarrolle con fundamento o apoyado en SL o su filosofía y se relaciona con la cantidad total de asignaturas. La Experiencia Profesional (ep) se calcula mediante:

$$(5) \text{ ep} = (\text{adm} * \text{padm}) + (\text{inv} * \text{pinv}) + (\text{doc} * \text{pdoc})$$

Donde:

padm: Ponderación de Administración de sistemas

pinv: Ponderación de los docentes en investigación

pdoc: Ponderación de asignaturas

La Productividad se calcula mediante los ítems: Trabajos para eventos (tra), Software (sof), Dirección de proyectos de grado (dir), Jurado de proyectos de grado (jur), Participación en eventos (par), Trabajos dirigidos/tutorías en marcha (tdir) y Otros Proyectos (otr). Para cada uno de estos se registra el número Total y el número basados en SL, matemáticamente dada por la misma mecánica utilizada en la ec. 5, es decir:

$$(6) \text{ p} = (\text{tra} * \text{ptr}) + (\text{sof} * \text{psof}) + (\text{dir} * \text{pdir}) + (\text{jur} * \text{pjur}) + (\text{par} * \text{ppar}) + (\text{tdir} * \text{ptdir}) + (\text{otr} * \text{potr})$$

Donde:

ptr: Ponderación de Trabajos para eventos (Capítulos de memoria)

psof: Ponderación de software

pdir: Ponderación de dirección de proyectos de grado

pjur: Ponderación de Jurado de proyectos de grado

ppar: Ponderación de participación en eventos

ptdir: Ponderación de Trabajos dirigidos/tutorías en marcha

potr: Ponderación de Otros Proyectos

Segmento Investigación

El indicador de ésta sección mide el potencial de investigación, el cual sugerirá una medida de las posibilidades que tiene el Programa de investigar en aspectos relacionados con el SL. Esta última sección, integra los ítems: Grupos/Semilleros (gs), Líneas de investigación declaradas por los grupos (li), Nro. De Integrantes (i), Producción - Artículos publicados en revistas científicas (a), Trabajos en eventos (Capítulos de memoria) (e) y Trabajos de Grado (tg), a las cuales se les asigna una ponderación o peso porcentual dentro del

Segmento para determinar el Indicador. Para cada uno de estos se registra el número Total y el número basados en SL. El Potencial de Investigación (PI) esta calculado mediante:

$$(7) \text{ PI} = (\text{gs} * \text{pgs}) + (\text{li} * \text{pli}) + (\text{i} * \text{pi}) + (\text{a} * \text{pa}) + (\text{e} * \text{pe}) + (\text{tg} * \text{ptg})$$

Donde:

pgs: Ponderación de Grupos/Semilleros

pli: Ponderación de Líneas de investigación

pi: Ponderación del número de integrantes de grupos de investigación

pa: Ponderación del número de artículos publicados por los grupos de investigación

pe: Ponderación del número de trabajos en eventos

Aplicación, Resultados y Análisis

Se aplicó el Framework en el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Fundación Universitaria Juan de Castellanos (JDC) de la ciudad de Tunja, en el segundo semestre del 2009 resultados que, demuestran su validez y aplicabilidad en otras organizaciones del mismo tipo.

Contabilización de información para el Framework

Para el caso de estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Escenario de Aplicaciones:** Según los datos arrojados por la AE [8] se tienen catorce (14) Aplicaciones Necesarias, cero (0) Aplicaciones Propietarias Existentes y cero (0) Aplicaciones de SL Existentes ya que no se registran aplicaciones dentro del Programa.
- **Segmento Académico:** Según los datos registrados en el sitio web de la JDC en 2009, los docentes del Programa de Ingeniería de Sistemas presentaban consolidadamente el perfil expuesto en la Tabla 1.
- **Segmento Investigación:** Según la plataforma ScienTI de Colciencias [6], la JDC avaló en el área de Sistemas y Computación los

grupos GPL@I+D (COL0035921) y GEATIC (COL0063283), los cuales cuentan con las líneas de investigación en Administración Web y Sistemas de Comercio Electrónico, Desarrollo de Aplicaciones, Redes y Telecomunicaciones, Ingeniería WEB, Procesos de Software y Sistemas de Control. Estos grupos y sus integrantes a su vez presentan actividad de producción académica resumida en la Tabla 2.

Determinación de porcentajes

El Framework es flexible gracias a las ponderaciones ajustables de acuerdo a la situación de la organización. Para el caso del Programa de Ingeniería de Sistemas de la JDC, se configuraron las siguientes ponderaciones, en coordinación con los directivos y algunos docentes del Programa.

- **Segmento Académico:**

- ♦ **Formación Académica**

- *Pregrado:* 0%. Al no contarse en este momento en el país con programas que ofrezcan perfiles con profundización en SL, se eliminó la incidencia que tiene este ítem dentro del Framework.
 - *Postgrado:* 10%. Se considera que al capacitarse en programas de postgrado, los docentes no solamente tienen un fundamento para innovar en los contenidos temáticos sino que además se hace con un alto nivel de preparación certificada.
 - *Perfeccionamiento (Diplomados, Seminarios, otros):* 5%. Se considera que al capacitarse en programas de perfeccionamiento, los docentes tienen un fundamento para

Tabla 1. Contabilización del Segmento Académico para Ingeniería de Sistemas de la JDC.

ITEM	Elementos basados en SL	Total
Formación Académica		
Pregrados	0	11
Postgrado	5	11
Perfeccionamiento	0	0
Experiencia Profesional		
Administración de Sistemas	1	2
Investigación	4	4
Docencia (Asignaturas)	30	72
Productividad		
Trabajos para eventos	2	5
Software	2	5
Dirección de proyectos de grado	8	20
Jurado de proyectos de grado	8	20
Participación en eventos	3	5
Trabajos dirigidos/tutorías en marcha	5	8
Otros Proyectos	3	3

Tabla 2. Contabilización del Segmento Investigación para Ingeniería de Sistemas de la JDC.

ITEM	Elementos basados en SL	Total
Grupos/Semilleros	1	2
Líneas de investigación declaradas por los grupos	3	5
Nro. De Integrantes	20	26
Producción - Artículos publicados en revistas científicas	4	9
Trabajos en eventos (Capítulos de memoria)	5	6
Trabajos de Grado	0	0

innovar en los contenidos temáticos pero que la preparación no es tan exigente como un postrado.

- ◆ **Experiencia Profesional:** Se consideró distribuir proporcionalmente un 15% entre los 3 ítems que conforman la Experiencia Profesional ya que se determinaron igualmente valiosos para el potencial de innovación.
- ◆ **Productividad:** Se le asignó un alto peso (70%) ya que se considera la materialización e instrumentalización de la filosofía adoptada, es decir, Trabajos para eventos 15%, Software 10%, Dirección de proyectos de grado 8%, Jurado de proyectos de grado 7%, Participación en eventos 10%, Trabajos dirigidos/tutorías en marcha 10% y Otros Proyectos: 10%,
- **Segmento Investigación:** Se distribuyó casi proporcionalmente esta ponderación aunque se le dio una mayor importancia a las Líneas y grupos de investigación al considerarse que son los aspectos que permanecen en el tiempo y son los ítems que representan la investigación dentro de la Universidad, es decir, Grupos/Semilleros 20%, Líneas de investigación declaradas por los grupos 20%, Nro. De Integrantes 15%, Producción - Artículos publicados en revistas científicas 15%, Trabajos en eventos (Capítulos de memoria) 15% y Trabajos de Grado 15%

Resultados

En términos generales el Programa de Ingeniería de Sistemas de la JDC de la ciudad de Tunja, tiene un alto potencial de desarrollo, investigación e innovación basados en el SL (68,4% según el Framework). Por un lado, la actividad administrativa representada y soportada en las aplicaciones de software, presenta un indicador del 100% es decir, al requerirse 14 soluciones de software y al no encontrarse implementada ninguna de ellas, pueden ser desarrolladas o implementadas en SL. En cuanto a la innovación del pensum académico del programa, de los productos académicos que generan los docentes y los perfiles de los mismos, tiene un potencial basado en SL del 52,4%. Finalmente en lo referente a la

investigación el Programa de Ingeniería de Sistemas de la JDC, registra un 52,7% de posibilidades de basar esta actividad en la filosofía del SL.

Estos indicadores le facilitan al Programa decidir si toma el camino o las opciones que le ofrece el SL, para la implantación e instrumentalización de su AE, para este caso el 68,4% es un buen indicador de que adoptar el SL para desarrollar su AE le permite un camino viable, de acuerdo a su situación de frente al SL.

Conclusiones

Esta propuesta de modelo de evaluación del potencial de desarrollo, innovación e investigación en un programa académico como es el caso de Ingeniería de Sistemas, puede servir como referencia para el diseño y construcción de otros modelos en otro tipo de programas, seleccionando diferentes ítems de evaluación de acuerdo a las necesidades del programa a aplicar.

Este modelo que se ha expresado en forma matemática y que se presenta como framework, ha sido diseñado de forma flexible es decir que, como todos los framework son adaptables a las circunstancias particulares de cada entidad donde se decida aplicar.

De otra parte, es conveniente previa la aplicación del framework, haber construido o por lo menos planteado la AE para el Programa Académico, para que los resultados que arroja el framework sean más ajustados a la realidad y pueda determinarse de una forma más aproximada potencial de desarrollo, investigación e innovación basado en SL.

Finalmente, según los resultados arrojados por el Framework PDII, el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Fundación Universitaria Juan de Castellanos de Tunja tiene una alta posibilidad de desarrollarse, investigar e innovar su actividad académica y administrativa utilizando herramientas de software libre y observando la filosofía del Open Source.

Referencias

1. *Free Software Foundation*, Consultado 1 junio 2010, En: <http://www.fsf.org>
2. Urrutia, J. *Arquitecturas Empresariales (BPM y SOA)*, Consultado 10 junio 2009, En: <http://www.misbytes.com/wp/2006/09/19/arquitecturas-empresariales-bpm-y-soa/>
3. Real Academia de la Lengua Española. *Diccionario de la Lengua Española*, Consultado 2 mayo 2011, En: <http://buscon.rae.es/draeI/>
4. ISO/IEC 42010:2007, *Systems and Software Engineering – Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems*, Edition 1. USA.
5. Josey, A. (2009). *TOGAF Versión 9 Enterprise Edition, An Introduction*. The Open Group.
6. Colciencias Colombia, *ScienTi Colombia Inteligencia Competitiva*, Consultado 12 junio 2009, En: <http://www.colciencias.gov.co/scienti>
7. Van Bon, J. (2008) *Fundamentos de la Gestión de Servicios de IT basada en ITIL®*. Van Haren Publishing Zaltbommel, Holanda.
8. Pinzón, J.A., Santamaría, P.E. (2009). *Caracterización de las Organizaciones Empresariales sobre requerimientos de TIC y estrategia de desarrollo organizacional soportada en Software Libre*, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia.
9. Cuenca, L., Ortiz, A., Boza, A. *Arquitectura de Empresa, Visión General*. 12 junio 2009, En: <http://www.adingor.es/Documentacion/CIO/cio2005/items/ponencias/96.pdf>