ISSN: 2007-9958

REVISTA IZTATL COMPUTACIÓN

1. Propuesta de una Metodología de Ingeniería de Software tipo EPS para el Desarrollo de Proyectos en PyMEs

11. La gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos de software

21. Algoritmo para la composición de cánones dodecafónicos

30. Análisis de la Cobertura de Modelo CMMi en el Mapa Curricular de la Carrera de Ingenería en Tecnologías de la Información de la UPTlax

46. Implantación del área de proceso Administración de la Configuración del modelo CMMi Dev 2 en una PYME

57. Cuna del Huehue Virtual

Año 6 No. 12
Julio-Diciembre 2017
Publicación semestral
Reserva de Derechos No. 04-2016-102413050300-203

Universidad Autónoma de Tlaxcala
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Universidad Autónoma de Tlaxcala
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Mtro. Rubén Reyes Córdoba
Rector

Dr. Luis Armando González Placencia
Secretario Académico

Mtra. María Samantha Viñas Landa
Secretaria de Investigación Científica y Posgrado

Lic. Edilberto Sánchez Delgadillo
Secretario de Extensión Universitaria y Difusión Cultural

Mtro. José Antonio Durante Murillo
Secretario Técnico

Lic. Germán Yáñez Vázquez
Secretario Administrativo

Dr. Ernesto Meza Sierra
Secretario de Autorrealización

Mtro. Carlos Santacruz Olmos
Coordinador de la División de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

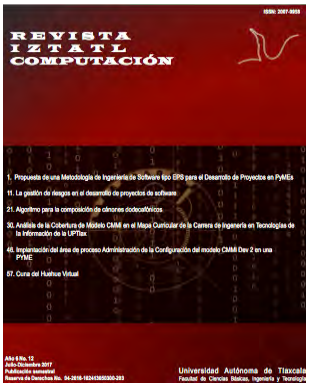
Dr. Sergio Eduardo Algarra Cerezo
Coordinador General de Cuerpos Académicos

Mtro. Roberto Carlos Cruz Becerril
Director de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Mtro. Patrick Hernández Cuamatzi
Secretario de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Mtro. Marlon Luna Sánchez
Coordinador de Posgrados en Computación y Electrónica

Mtra. Carolina Rocío Sánchez Pérez
Coordinadora de Ingeniería en Computación



Comité Editorial

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras

M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez

M.I.A. Norma Sánchez Sánchez

Revista Iztatl Computación

Revista Iztatl Computación, año 6, No. 12, Julio-Diciembre 2017, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, `http://ingenieria.uatx.mx/iztatl-computacion/revistas.html`, iztatl.computacion@gmail.com. Editor Responsable: Marva Angélica Mora Lumbreras. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2016-102413050300-203, ISSN: 2007-9958, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsables de la última actualización de este número, Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, fecha de última modificación, 28 de noviembre de 2017.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Tlaxcala a través de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología.

Editorial

Durante el año 2017 se han tenido trabajos muy importantes en el área de Ingeniería de Software, área en la que se ha trabajado mayormente en la edición No. 12 de La revista Iztatl Computación.

A continuación se presenta un resumen de los artículos que conforman esta edición:

- La *Propuesta de una Metodología de Ingeniería de Software tipo EPS para el Desarrollo de Proyectos en PyMEs* de Luis Leal Delgado, Alberto Portilla, Carolina-Rocío Sánchez-Pérez y Marva Angélica Mora Lumbreras presenta la investigación preliminar de una propuesta de metodología de desarrollo de software basado en buenas prácticas de trabajo de empresas de desarrollo de software.

- *La Gestión de Riesgos en el Desarrollo de Proyectos de Software* Analizada por Alberto Portilla-Flores, Laura Vázquez-Correa, Jorge Luis Morales-Rodríguez, Ian Legaria-Morales y Uriel Díaz-Austria muestra un panorama general de la gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos de software bajo la perspectiva de trabajos de investigación, la metodología para la gestión de proyectos PMBoK, la norma mexicana para el modelo de procesos de software MoProSoft y el modelo de madurez CMMi.

- *El Algoritmo para la composición de cánones dodecafónicos* de Erick G.G. de Paz, Xavier Quiñones Solís, Perfecto Malaquías Quintero Flores, Francisco Javier Albores Velasco presenta un algoritmo para componer temas musicales; específicamente temas apropiados para el desarrollo de cánones (piezas musicales en las cuales la melodía es iniciada sucesivamente en diferentes partes, transponiendo así las imitaciones).

- *El Análisis de la Cobertura de Modelo CMMi en el Mapa Curricular de la Carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la UPTlax* presentado por Altagracia Berruecos-Xicohténcatl, Alberto Portilla-Flores, Carolina-Rocío Sánchez-Pérez y Patricia Trejo-Xelhuantzi describe un ejercicio realizado a través de un proceso de vinculación entre la Universidad Politécnica de Tlaxcala (UPTx) y la empresa Miracle Business Network (MBN) que permitió revisar los contenidos de ciertas materias de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información (ITI) en lo que se refiere a prácticas de Ingeniería de Software (ISW) para el desarrollo de proyectos, en específico las del modelo CMMi Dev 2 (Capability Maturity Model Integration for Development level 2).

- *La Implantación del área de proceso Administración de la Configuración del modelo CMMi Dev 2 en una PYME* de José Antonio Grande Calderón, Carolina Rocío Sánchez Pérez, Alberto Portilla Flores, Marva Angélica Mora Lumbreras detalla el contexto de la implantación del área de proceso Administración de la Configuración en la Empresa Miracle Business Network (MBN) bajo el modelo de calidad CMMI 1.3 para el desarrollo en su nivel 2.

- El artículo *Cuna del Huehue Virtual* de Yessica Cabrera Sánchez, José Ignacio López Méndez y Marva Angélica Mora Lumbreras se muestra un proyecto sobre el Carnaval, específicamente sobre la camada Cuna del huehue, el proyecto esta dividido en mundo virtual y página web con información descriptiva y galería fotográfica

Esperamos les agrade la edición No. 12 e invitamos a investigadores y estudiantes del área de computación para que continúen sometiendo sus artículos en esta revista.

Editora Responsable
Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras

Índice

1. Propuesta de una Metodología de Ingeniería de Software tipo EPS para el Desarrollo de Proyectos en PyMEs
Luis Leal Delgado, Alberto Portilla, Carolina-Rocío Sánchez-Pérez, Marva Angélica Mora Lumbreras

11. La gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos de software
Alberto Portilla-Flores, Laura Vázquez-Correa, Jorge Luis Morales-Rodríguez, Ian Legaria-Morales y Uriel Díaz-Austria

21. Algoritmo para la composición de cánones dodecafónicos
Erick G.G. de Paz, Xavier Quiñones Solís, Perfecto Malaquías Quintero Flores, Francisco Javier Albores Velasco

30. Análisis de la Cobertura de Modelo CMMi en el Mapa Curricular de la Carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la UPTlax
Altagracia Berruecos-Xicohténcatl, Alberto Portilla-Flores, Carolina-Rocío Sánchez-Pérez y Patricia Trejo-Xelhuantzi

46. Implantación del área de proceso Administración de la Configuración del modelo CMMi Dev 2 en una PYME
José Antonio Grande Calderón, Carolina Rocío Sánchez Pérez, Alberto Portilla Flores, Marva Angélica Mora Lumbreras

57. Cuna del Huehue Virtual
Yessica Cabrera Sánchez, José Ignacio López Méndez y Marva Angélica Mora Lumbreras

Comité Revisor

Dr. Alberto Portilla Flores, UAT

Dr. Brian Manuel González Contreras, UAT

Dr. Carlos Sánchez López, UAT

Dr. Francisco Javier Albores Velasco, UAT

Dr. Ricardo Pérez Águila, UTM

Dra. Claudia Zepeda Cortés, BUAP

Dra. Leticia Flores Pulido, UAT

Dra. María Enedina Carmona Flores, UAT

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, UAT

Dra. Verónica Rodríguez Rodríguez, UDLAP

M.C. Carlos Santacruz Olmos, UAT

M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez, UAT

M.C. Juventino Montiel Hernández, UAT

M.C. Luis Enrique Colmenares Guillén, BUAP

M.C. María del Rocio Ochoa Montiel, UAT

M.C. Marlon Luna Sánchez, UAT

M.I.A. Norma Sánchez Sánchez, UAT

M.C. Patrick Hernández Cuamatzi, UAT

Universidades

BUAP.-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

UAT.-Universidad Autónoma de Tlaxcala

UDLAP.-Universidad de las Américas, Puebla

UTM.-Universidad Tecnológica de la Mixteca

Propuesta de una Metodología de Ingeniería de Software tipo EPS para el Desarrollo de Proyectos en PyMEs

Luis Leal Delgado, Alberto Portilla, Carolina-Rocio Sánchez-Pérez, Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala,
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
{luislld1,alberto.portilla,krinasp,marva.mora}@gmail.com

Recibido 5 de Junio de 2017, Aceptado 5 de Agosto de 2017,
Versión final 22 de Noviembre de 2017

Resumen En este artículo presentamos la investigación preliminar de una propuesta de metodología de desarrollo de software basado en buenas prácticas de trabajo de empresas de desarrollo de software. Se vislumbra tomar como base el modelo llamado EPS, este modelo tiene tres etapas fundamentales entrada-proceso-salida, y será la base para proponer una nueva metodología aplicable a las empresas PyMEs en México.

Abstract In this paper we present a research work related to a proposal for software development methodology based on good work practices, which are presented in software development companies in Mexico. It is envisaged to take as a basis the essential model called EPS which has three fundamental stages, input-process output. This model will allow us to have a new vision to create a new methodology to be applied in small and medium-sized enterprises in Mexico.

Palabras Clave: Software, Metodología, PyMES, EPS, Proyectos.

Keywords: Software, Methodology, PyMES, EPS, Projects.

1. Introducción

Entre los obstáculos que dificultan el desarrollo de las PyMES son, i) la falta de financiamiento y creación de las nuevas políticas y programas que las apoyen, ii) la falta de implementación de tecnología en sus procesos y productos que desarrollan, y iii) la falta de capacitación de los emprendedores y líderes que crean las nuevas empresas [1]. La tecnología en los últimos años ha revolucionado la forma de trabajar de las empresas ofreciendo diferentes herramientas novedosas que si son utilizadas con una estrategia específica, dan resultados que impactan a las empresas de forma significativa, lamentablemente las PyMEs en México han tenido un rezago en su implementación.

Es aquí donde las empresas PyMEs han perdido su competitividad y se ven rebasadas por diversos factores, por ejemplo, los empresarios mexicanos están acostumbrados a controlar su negocio basado en experiencias de gestión de negocios que ellos mismos han perfeccionado a través del funcionamiento de sus empresas. Esto quiere decir que consideran resultados casi inmediatos, pues de lo contrario para ellos algo que no les da resultados en un corto tiempo se considera que es una mala inversión [1]. Específicamente en el caso de las de tecnologias de la información, cuando quieren adoptar un software, consideran como primera opción el adquirir un software comercial, basado en un estándar de operación de una empresa y al implementarlo les causa muchos problemas ya que la mayoría de ellas tienen una forma muy particular de funcionar que no se puede considerar de forma estándar. Y esto lleva a generar procesos adicionales tales como:

- Desarrollar interfaces con otros sistemas.
- Recaptura de información para reportes específicos.
- Información dispersa en varios sistemas.
- Falta de planeación por no tener una información oportuna.

Una vez que tienen esta mala experiencia se convencen de que es necesario que se les desarrolle una herramienta a la media de sus necesidades y que en verdad les ayude en su forma de trabajar. Aquí es donde se ponen a sus servicios empresas desarrolladoras de software que les pueden desarrollar una solución basada en software muy específica. Lamentablemente estas empresas se preocupan mucho por mantener una calidad en sus productos y adoptan metodologías de desarrollo de software tradicionales, ágiles o hibridas.

La aplicación de dichas metodologías requieren de varios elementos para su aplicaciones que van desde poder tener una certificación, hasta el régimen de cumplir con una serie de artefactos y documentación, que a veces se pierde el sentido más simple de crear un software. Esto las lleva a enfrentar problemas que repercuten básicamente en el tiempo de desarrollo y por consecuencia en un alto índice de fracasos en sus proyectos [6].

Si nos basamos en la definición de Avison y Fritgerald (1995), nos dice: *Una metodología es una colección de procedimientos, técnicas, herramientas y documentos auxiliares que ayudan a los desarrolladores de software en sus esfuerzos por implementar nuevos sistemas de información, generalmente la metodología está formada por fases, cada una de las cuales se puede dividir en sub- fases, que guiaran a los desarrolladores de sistemas a elegir las técnicas más apropiadas en cada momento del proyecto y también a planificarlo, gestionarlo, controlarlo y evaluarlo* [2].

Esto abre un abanico de posibilidades para poder crear nuevas metodologias de desarrollo de software, por ejemplo basada en buenas practicas de las empresas de TI, considerando elementos muy sencillos pero de una alta eficacia y con el objetivo responder en tiempos más cortos en la elaboración de proyectos de desarrollo de software que son requeridos por las PyMES.

2. PyMES en México.

En México las empresas pequeñas y medianas (PyMES), juegan un papel muy importante en el crecimiento económico, ya que proveen una gran cantidad de fuentes de empleo para los mexicanos, estas empresas históricamente han sido creadas por personas con un alto sentido de responsabilidad y visión de negocio, lamentablemente actualmente tienen varios problemas que les impide su fortalecimiento y crecimiento, y se ven envueltas en un entorno, que para dichos empresarios es difícil de comprender, ya que por muchos años no habían enfrentado un crecimiento tan acelerado. Las pequeñas y medianas empresas (PyMES) son todas aquellas empresas que cuentan entre 50 y 250 empleados de acuerdo Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) estas representan el 99 % de las empresas totales en México y el 72.3 % de los empleos totales. Siendo estas una parte vital en la economía mexicana, como se muestra en la Tabla 1 [3].

Tamaño	Sector	Numero de Empleados
Microempresas	Todos	Hasta 10
Pequeñas	Comercio	De 11 a 30
	Industria y Servicios	De 11 a 50
Medianas	Comercio	De 31 a 100
	Servicios	De 51 a 100
	Industria	De 51 a 250

Tabla 1. Tipos de PyMEs.-fuente www.compite.org.mx /DOF nueva estratificación de las PyMES.htm

Las PyMES representan un 52 % del producto interno bruto (PIB) y un 78 % del empleo total. Estas representan casi las tres cuartas partes del empleo en México a comparación con estados unidos que es la mitad y en gracia un 86 %, en México la mayoría de las empresas y son población son representadas por PyMES y es mas alta que su proporción en empleo total. México ocupa el tercer lugar en empresas PyMES, y es mas alta que su proporción en empleo total. México ocupa el tercer lugar más alto en proporción en las microempresas concluyendo que carecemos de medianas empresas [3].

Algunos de los obstáculos que presentan las PyMES para su crecimiento son [4]:

- No realizan investigación y desarrollo.
- Carecen de personal capaz de identificar una problemática y lograr objetivos.
- Las personas que se encuentran al frente de estas PyMES son incrédulos sobre los apoyos que dan los gobiernos y sus programas.
- Los créditos bancarios no otorgan facilidades y cobran grandes intereses.
- Falta de beneficios fiscales.
- La educación en México donde no se fomenta en los jóvenes en ser emprendedores y líderes.

Por lo anterior se observa que se deben de redoblar esfuerzos en todos los sectores para ayudar a las PyMES y lograr una estabilización y regresar a los años donde se tenía un ambiente de confianza en el crecimiento económico del país.

3. Metodologías de Desarrollo y Empresas de Desarrollo de Software en México.

A lo largo de la historia sobre este tema, se ha partido de métodos empíricos de desarrollo de software, hasta metodologías que puede planear, estructurar y controlar el proceso de desarrollo.

Lo que se busca en una metodología es poder controlar de manera eficiente todas las etapas que con llevan al proceso de desarrollo de software, tratando de minimizar los errores de codificación y entregar un producto de calidad y pueda adoptarse muy facilmente y pueda ser aplicado en varios proyectos. A la fecha las metodologías de software de dividen en dos grandes grupos:

1. Metodologías tradicionales.
2. Metodologías ágiles.

Las metodologías tradicionales inicialmente implementaron un método específico para el desarrollo de software, tratando de estandarizar el proceso considerando las etapas que se requerían dentro del ciclo de vida del software (Análisis, Diseño, Desarrollo, Pruebas, Implementación). Bajo estas etapas plenamente identificadas se trata que en su proceso se buscara una eficiencia en tiempo y calidad, y que el desarrollo tuviera una garantía de poder llegar a un producto terminado que cubriera las necesidades por el cual fue requerido.

Estas metodologías proponen que para tener este control durante todas las etapas de desarrollo se creen instrumentos que les ayude a medir el desempeño del equipo de desarrollo durante el proyecto.

Estos instrumentos y formatos de control pasaron a ser de una forma genérica a una forma específica, a medida que obtenían resultados en su implantación trataban de llegar a un nivel de detalle profundo, determinado actividades a realizar hasta por hora o definiendo roles con actividades muy específicas a cumplir por cada integrante del equipo. También proponen una integración estrecha con el cliente llegando al punto de trabajar en las instalaciones del mismo. En este aspecto destacaron algunas metodologías que se institucionalizaron incluso hasta llegar al punto de conocer a fondo su funcionamiento y tener como requisito una certificación para poder reconocer su adecuada implementación, algunas de ellas son:

- Rational Unified Process (RUP).

- Microsoft Solution Framework (MSF).

Indudablemente se obtuvieron resultados muy satisfactorios, pero se empezó a dar un fenómeno, a medida que requerían muchos indicadores, el cumplimiento de ellos demandaban demasiados recursos del equipo de desarrollo. Pero las empresas de desarrollo cuestionaban estas metodologías de acuerdo al tamaño de proyecto que enfrentaban, y consideraron que en base al proyecto se tenía que utilizar otro tipo de metodología. No descartando totalmente todos sus elementos que las integraban, sino solo darle mas valor a ciertos elementos que les ayudarían a completar el ciclo de vida de un software, y esos tomarlos como base para crear una nueva metodología, y es ahí donde nacen las metodologías agiles tales como [5]:

- SCRUM methodology.
- Crystal Methodologies.
- Dynamic System Development Method (DSDM).
- Adaptive Software Development (ASD).
- Feature-Driven Development (FDD).
- Lean Development (LP).
- Extreme Programming (XP).

Todas las metodologías que se consideran ágiles cumplen con el manifiesto ágil [5],que no es más que una serie de principios que se agrupan en 4 valores:

1. Los individuos y su interacción, por encima de los procesos y las herramientas.
2. El software que funciona, frente a la documentación exhaustiva.
3. La colaboración con el cliente, por encima de la negociación contractual.
4. La respuesta al cambio, por encima del seguimiento de un plan.

Pero en estos dos grupos de metodologías, ¿cuál sería la que está llegando a mejores resultados en la actualidad?. Partiremos primero de poder realizar una comparación de las ventajas y desventajas que presentan una con respecto a la otra, como se presenta en la Tabla 2.

En un primer punto tenemos el problema que existen varios elementos en las metodologías actuales que no permiten el desarrollo armonioso en el equipo de proyectos de desarrollo, tratan de aplicarla como una receta de cocina.

Metodologías Ágiles	Metodologías Tradicionales
Basadas en heuristicas provenientes de practicas de produccion de codigo	Basadas en normas provenientes de seguidos por el entorno de desarrollo
Especialmente preparados para durante el proyecto	Cierta resistencia a los cambios
Impuestas Internamente (por el equipo)	Impuestas externamente
Proceso menos, Controlado con pocos principios	Proceso más controlado, con numerosas politicas/normas
No existe contrato tradicional o al menos es bastante flexible	Existe un contrato prefijado
El cliente es parte del equipo de desarrollo	El Cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones
Grupos pequenos (<10 integrantes) y trabajando en el mismo sitio	Grupos grandes y posiblemente distribuidos mediante reuniones
Pocos artefactos	Más artefactos
Pocos roles	Más roles
Menos énfasis en la arquitectura del software	La arquitectura del software es esencial y se expresa mediante modelos

Tabla 2. Diferencia entre metodologías de desarrollo de Software

En un segundo punto al aplicarlas se dan cuenta que tienen que cumplir una serie de artefactos que se vuelven tediosos y no muy operables, sin embargo se ven forzados a cumplirlos y esto fuera de ayudar al proyecto lo complica.

En las Figuras (1), (2) y (3) se muestra algunos de los factores que denotan ciertas deficiencias en las metodologías actuales [6].

Un punto importante a destacar [6], es que la implementación de metodología hibridas (tradicionales-ágiles), reflejan ineficiencias o falta de adaptabilidad a los procesos de desarrollo de software en México. Aunque es un hecho que se crea software en México con calidad, la parte de su proceso basada en una metodología trae conflictos en los equipos de desarrollo, debido al esquema de necesidades que presentan las PyMEs, por lo tanto es necesario replantar esta problemática y proponer un proceso ligero basado en buenas prácticas de desarrollo para cumplir con estos requerimientos de las empresas, esto se puede reafirmar el la Figura (4).

Figura 1. Documentación de Proyectos

Figura 2. Tiempos de desarrollo

Figura 3. Tiempos de desarrollo

4. Problemática

Las metodologías de desarrollo de software actuales no han demostrado cumplir eficazmente a los requerimientos de proyectos en PyMEs

Figura 4. Utilizacion de un Plan

Mexicanas, por lo que las empresas que desarrollan software en México no tienen una propuesta de una metodología, lo suficientemente flexible para su implementación

5. Propuesta de Solución

Para poder desarrollar aplicaciones ligeras para PyMEs, se debe de proponer una nueva metodología e desarrollo basada en el modelo EPS (Ver Figura 5) considerando buenas prácticas de programación, proponiendo artefactos mínimos en cada etapa, se considera enfocarse a un producto terminado que solo busca funcionalidad, donde se proponen objetivos específicos que cumplir en cada una de ellas como sigue:

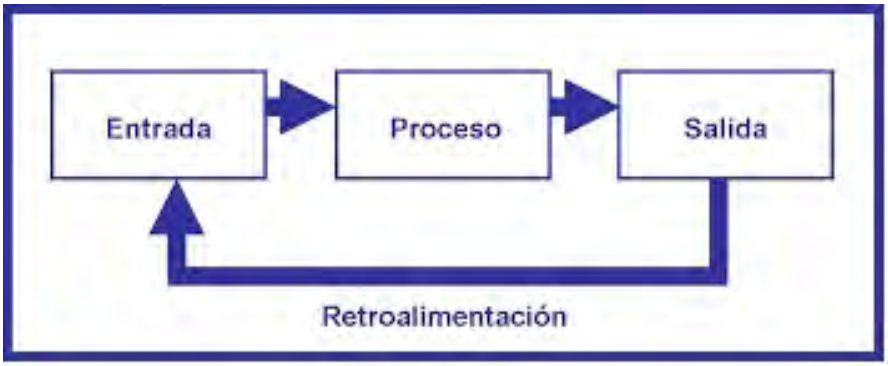


Figura 5. Sistema Entrada-Proceso-Salida (EPS)

1. Etapa de Entrada:
   a. Análisis de datos del o los formatos a entregar
   b. Estructura de base de datos Entidad-Relación
   c. Generación del Módulo de Captura de Catálogos de Datos
2. Etapa de Proceso:
   a. Análisis de operaciones transaccionales
   b. desarrollo de algoritmo de operaciíon
   c. Generación del Módulo de Operaciones o Reglas de Negocio
3. Etapa de Salida:
   a. Análisis de Formatos de Salidas
   b. Generación del Módulo de Reportes
   c. Pruebas de Funcionalidad
   d. Implementación
4. Retroalimentación:
   a. Análisis de Próximo Entregable

6. Conclusiones

Podemos apreciar en la propuesta tres etapas plenamente definidas con una serie de puntos sencillos y claros, que nos podrían dan margen a generar artefactos mínimos para su control y una última etapa donde se propone un nuevo análisis de la solución, una vez que la solución busque una nueva funcionalidad.

Referencias

1. Ávila Heredia, E.: "Las PYMES en México: desarrollo y competitividad", en Observatorio de la Economía Latinoamericana, No. 201, 2014.
2. Avison, D. and G. Fitzgerald, (1995). Information Systems Development: Methodologies, Techniques, and Tools. McGraw-Hill
3. OCDE, Temas y Políticas Clave de PyMES y Emprendedores en México, (México: OCDE, 2013) pág. 21, pág. 30
4. Gómez. Lorena (etal), Conferencia Mundial sobre Procedimientos Negocios y finanzas, 8, 2,2013
5. Letelier T. Patricio, Sánchez L. Emilio, Metodologías Ágiles de Desarrollo de Software, Alicante-España 2003
6. Jiménez Hernández E.M., Orantes Jiménez S. D.,Metodologías híbridas para el desarrollo de software: una opción factiactiacti para México, Mexico 2012, Revista Digital Universitaria.

La gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos de software

Alberto Portilla-Flores†‡, Laura Vázquez-Correa†, Jorge Luis Morales-Rodríguez†, Ian Legaria-Morales† y Uriel Díaz-Austria‡

†Universidad Autónoma de Tlaxcala (UATx),
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
‡Miracle Business Network S.A. de C.V. (MBN)
Centro de Innovación y Desarrollo de Talento
Calle 37, No.216 La Loma Xicohtencatl, CP 90000, Tlaxcala, Tlax.
portilla.alberto@mbn-corp.com.mx
{lauravzcorrea,jorgemoralesrdr,il.legaria}@gmail.com
diaz.uriel@mbn.com.mx

Recibido 20 de Octubre de 2017, Aceptado 5 de Noviembre de 2017,
Versión final 22 de Noviembre de 2017

Resumen En este artículo presentamos un panorama general de la gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos de software bajo la perspectiva de trabajos de investigación, la metodología para la gestión de proyectos PMBoK, la norma mexicana para el modelo de procesos de software MoProSoft y el modelo de madurez CMMi. El objetivo es sentar las bases para la definición de una propuesta para la gestión de riesgos en PyMES de Tecnologías de Ia Información (TI).

Abstract In this article we present an overview of risk management in the development of software projects under the perspective of research works, the methodology PMBoK for project management, the Mexican standard MoProSoft for the software process model and the CMMi maturity model. The aim is to lay the basis for the definition of a proposal for risk management in IT SMEs.

Palabras Clave: Riesgos, CMMi, PMBoK, MoProSoft, Gestión, PyMES, TI.

Keywords: Risks, CMMi, PMBoK, MoProSoft, Management, SMEs, IT.

1. Introducción

La gestión de riesgos en las empresas de Tecnologías de la Información (TI) es un elemento indispensable para asegurar el éxito en el desarrollo de proyectos y la calidad del software, además se contempla como un elemento indispensable en los modelos de buenas prácticas y metodologías de desarrollo de software (p.e. MoProSoft, CMMi, ISO-29110, etc.) que son referentes en las empresas que adoptan la calidad en sus operaciones y diferenciadores claves en un mercado tan competido como el que enfrentan las PyMES [2] [5]. Un primer paso hacia la gestión correcta de riesgos es la delimitación y definición precisa del riesgo del proyecto, de sus riesgos asociados y de un plan de gestión de estos, pero generalmente no se tienen prácticas al respecto. Esta definición de riesgos normalmente no se realiza debido a la falta de un ejercicio crítico de los mismos en proyectos pasados y futuros, junto con un deseo en las organizaciones para que estos riesgos no emerjan en el desarrollo de los proyectos. Por otro lado se carece de elementos que permitan tipificar los riesgos y por lo tanto asociarlos a formas genéricas y probadas de manejarlos de manera exitosa. Un riesgo es un evento o condición que, si ocurre, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más objetivos del proyecto como el alcance, la programación, costo o calidad. Puede tener una o más causas y, si ocurre, puede tener uno o más impactos. Los riesgos están presentes en todos los proyectos y son riesgos conocidos y por ende gestionables si han sido analizados e identificados, creando un plan de respuesta ante dicho riesgo. La gestión de riesgos es un proceso que involucra diversas actividades, entre las que se encuentran: la identificación, creación de registros, evaluación y medidas para mitigar o eliminar los riesgos. Desde la perspectiva de CMMi, el mayor riesgo para un proyecto sería considerar que no existen riesgos, ya que existe una alta probabilidad de que existan y, muchas veces, con impactos fuertes para el proyecto [8]. PMBoK habla de ellos como el evento o condición incierta que, de producirse tiene un efecto positivo o negativo en uno o más objetivos del proyecto, tales como el alcance, el cronograma, el costo y la calidad [6]. MoProSoft nos dice que los riesgos de un proyecto pueden incluir al Cliente y a usuarios, riesgos de tecnología o la metodología, riesgos con la organización o riesgos externos al proyecto [4]. El objetivo de la gestión de riesgos es lograr una atención temprana, antes de que los posibles riesgos se conviertan en

amenazas que compliquen el ciclo de vida de un proyecto de desarrollo de software. En este artículo presentamos un panorama de la gestión de riesgos desde la perspectiva del modelo CMMi y las metodologías MoProSoft y PMBoK y tomando en cuenta los requerimientos de Miracle Business Network, una empresa PYME de TI que bajo un esquema de Fábrica de Software desarrolla proyectos a la medida para diversos clientes en todo el país.

El resto del artículo está organizado como sigue, la Sección 2 presenta algunos trabajos que tratan la gestión de riesgos, la Sección 3 presenta un panorama de la gestión de riesgos desde la perspectiva de CMMi, MoProSoft y PMBoK , y formulamos conclusiones en la Sección 4.

2. La gestión de riesgos en empresas de TI

El tema de la gestión de riesgos en PyMES se abordó en [1], en donde se argumenta que ya que en la industria del software son mayoría las pequeñas empresas, es importante que incorporen prácticas de gestión cuantitativa de procesos para reducir su variabilidad (p.e. CMMI-DEV e ISO/IEC 15504-5 abordan la gestión cuantitativa). Ahí se presentan diferentes alternativas sobre la gestión cuantitativa de procesos para pequeñas empresas desarrolladoras de software, explicando cuáles de estos procesos son los más adecuados para lograr buenas prácticas dentro del ciclo de vida de desarrollo de software. Se presenta un estado del arte de mejoras de procesos, armonización de modelos, medición y análisis, propuestas en el entorno de las PyMES, gestión cuantitativa de procesos de software y gestión cuantitativa de procesos de software con Six-Sigma. El trabajo no integra una propuesta única, solo recopila las propuestas de diversos artículos y las presenta.

En [7] se propone una metodología para la gestión de la seguridad y su madurez en las PYMES. Los autores comentan que en las fuentes bibliográficas se resalta la dificultad que supone para las PYMES la utilización de metodologías y modelos de madurez para la gestión, ya que estas generalmente han sido hechas para grandes empresas. Proponen una metodología para la solución de problemas complejos en cuanto a desarrollo e implementación al utilizar las metodologías clásicas para las PYMES. Dentro de sus aportaciones encontramos la rapidez y el ahorro de costos, así como el manejo de un conjunto de matrices que relacionan los componentes como amenazas, vulnerabilidades, criterios de riesgo, procedimientos, registros, reglamentos y métricas, con lo que se pretende reducir el tiempo de desarrollo e implantación. Esta metodología consta de tres subprocesos principales: Generación de Esquemas de Gestión de

Seguridad, Generación de Sistemas de Gestión de Seguridad y Mantenimiento del Sistema de Gestión de Seguridad. Para la validación de la metodología antes mencionada se desarrolló una herramienta denominada MGSM-TOOL que utiliza modelos de seguridad sencillos, económicos, rápidos, automatizados, progresivos y sostenibles, los cuales tienen como principal ventaja su simplicidad, al reducir la complejidad del proceso de construcción y mantenimiento; otra ventaja es la utilización de esquemas que automatizan los pasos de construcción.

En [3] se revisa el estado actual y las tendencias emergentes de diversas prácticas de gestión de riesgos de software se identifican los riesgos específicos de los proyectos de desarrollo de software. Los autores discuten acerca de los desafíos que se tienen al aplicar los procesos de gestión de riesgos de software subrayando los beneficios de aplicar las técnicas y herramientas. Se menciona que del 15 % al 35 % de todos los proyectos de software son cancelados debido a una mala gestión. Por otro lado, las percepciones actuales de la gestión de riesgos en las organizaciones contribuyen a la falta de estabilidad en el proyecto. Los autores identifican 10 elementos fundamentales de riesgo en los proyectos de desarrollo de software:

- Pérdidas de personal.
- Planes y presupuestos poco realistas.
- Desarrollo de funciones y propiedades incorrectas.
- Desarrollo de una interfaz de usuario incorrecta.
- Agregar más funcionalidades de lo necesario.
- Cambio continuo en los requerimientos.
- Pérdidas en componentes amueblados externamente.
- Falta de tareas realizadas externamente.
- Pérdida en el desempeño en tiempo real.

Los autores presentan tres tipos de riesgos de software principales:

- Riesgos asociados con la estimación y planificación de horarios.
- Riesgos asociados con un estado incorrecto y optimista.
- Riesgos asociados con presiones externas que dañan los proyectos de software.

Finalmente, sugieren las siguientes lecciones aprendidas:

- El riesgo más importante es a menudo pasado por alto.
- A veces se presta atención inadecuada a un riesgo sobre otro.
- A menudo un riesgo afecta diversas facetas (p.e. costo, programación, técnico, etc.) y el resultado en conjunto es estimado incorrectamente.

- A menudo los riesgos son gestionados por listas que se clasifican por medidas cualitativas subjetivas, en lugar de recursos de gestión de riesgos.
- La identificación del riesgo es el paso más crítico en la gestión del riesgo, pero con frecuencia se hace mal.

Tabla 1. Trabajos de investigación sobre la gestón de riesgos.

Trabajo	Ambito	Comentarios
Ardila C.A, y Pinto F.J [1]	– Gestión de riesgos en PyMEs, España.	+ Gestión cuantitativa de riesgos para PyMES. + Identifica los procesos involucrados con la gestión de riesgos en los proyectos de desarrollo de software. – Solo recopila trabajos sin propuesta.
Sánchez L., Villafranca D., Fernández E., Piattinni [7]	–Proceso de Gestión de Riesgos enfocado a PYMES. España.	+ Proponen el desarrollo de una herramienta para desarrollar modelos de gestión de seguridad sencillos, económicos y rápidos. + Simplicidad: Reducir la complejidad de los procesos. + Automatización: Con la utilización de esquemas para reducir tiempo al implementar el sistema. – Requiere retroalimentación de los clientes para su mejora.
Kwak, Y. H., and Stoddard [3]	– Gestión de riesgos y lecciones aprendidas en un ambiente de desarrollo de software. Estados Unidos.	+ Revisa las percepciones actuales y las tendencias acerca de la gestión de riesgos. + Identifica los elementos más importantes de riesgo en los proyectos de desarrollo de software. + Hace mención de algunos procesos efectivos para llevar a cabo la gestión de riesgos. + Sugiere una lista de lecciones aprendidas.

Resumen de trabajos de investigación

La Tabla 1 resume los artículos revisados que están relacionados con la Gestión de Riesgos. La mayoría de trabajos hacen énfasis en la importancia de la gestión de riesgos y su impacto en el desarrollo exitoso de proyectos de desarrollo. Ya que no presentan un método práctico para su implementación se pueden considerar lecciones aprendidas a ser utilizadas para la definición de un área de gestión de riesgos en las organizaciones.

3. La gestión de riesgos según PMBoK, CMMi y MoProsoft

La gestión de riesgos permite conocer el tiempo de esfuerzo y costo necesario al comenzar un proyecto de desarrollo de software, identificando los eventos o condiciones que tendrán un efecto sobre los objetivos del proyecto. En particular en esta sección introducimos el concepto de riesgo desde la perspectiva de PMBoK, CMMi y MoProsoft:

3.1. PMBoK

PMBoK es un conjunto de estándares globales del Project Management Institute (PMI) que proporciona buenas prácticas de proyectos, programas y carteras para lograr una excelencia en la gestión de proyectos [6]. La gestión de riesgos es una de las diez áreas definidas dentro de PMBoK y su meta principal es incrementar el impacto y la probabilidad de riesgos positivos y mitigar o eliminar los riesgos negativos. De acuerdo con la guía el punto no es solo evitar las posibles fallas, sino traer oportunidades al proyecto. La teoría de PMBoK en cuanto a la gestión de riesgos incluye seis procesos principales:

- Planeación. La planeación define cómo conducir las actividades de la gestión de riesgos en el proyecto.
- Identificación de Riesgos. La identificación determina qué riesgos pueden tener un impacto en el proyecto y documenta sus características.
- Análisis de Riesgo Cualitativo. Priorizar los riesgos para un análisis o acción adicional, evaluando el impacto de su ocurrencia.
- Análisis de Riesgo Cuantitativo. Es analizar numéricamente el efecto de los riesgos en los objetivos generales del proyecto.
- Planeación de Respuesta. La planeación de respuestas desarrolla opciones y acciones para reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
- Monitoreo y Control de Riesgo. Implementa los planes de respuesta, rastrea los riesgos identificados, identifica nuevos riesgos, evalúa el proceso de efectividad del proyecto a lo largo de todo el proyecto.

Aunque PMBoK presenta una visión clara de los procesos típicos asociados a la gestión de riesgos es demasiado genérico para las necesidades específicas de los proyectos de software y no contempla a las PyMES.

3.2. CMMi

El modelo CMMi (Capability Maturity Model Integration) tiene como objetivo ayudar a las organizaciones a lograr la calidad en sus procesos de desarrollo y mantenimiento [8]. La gestión de riesgos se encuentra en el tercer y segundo nivel de madurez de la constelación CMMi Dev, la cual provee un marco para la gestión de los riesgos de un proyecto de desarrollo de software: identificación, evaluación, planeación de riesgos y control de riesgos. CMMi dice que el propósito de la gestión de riesgos es el identificar problemas potenciales antes de que ocurran. La gesión de riesgos se aborda en el nivel de madurez 2 y 3 de CMMi de la manera siguiente:

- En el nivel 2 el área de proceso PMC-Monitoreo y Control de Proyectos contempla la gestión de riesgos: Monitorear las actividades del proyecto y tomar acciones correctivas documentadas.
  - Meta específica 1: Monitorear el desarrollo del proyecto contra el plan de proyecto.
    - Práctica específica 1.3 Monitorear los riesgos del proyecto.
- En el nivel 3 se contempla el área de proceso RSKM-Gestión de Riesgos la cual se divide en 3 metas específicas y 7 prácticas específicas:
  - Meta específica 1: Se realiza la preparación para la gestión de riesgos.
    - Práctica específica 1.1: Determinar la fuente y categoría del riesgo.
    - Práctica específica 1.2: Definir los parámetros usados para analizar y categorizar los riesgos.
    - Práctica específica 1.3: Establecer y mantener la estrategia a usar para la gestión de riesgos.
  - Meta específica 2: Los riesgos son identificados y analizados para determinar su importancia.
    - Práctica específica 2.1: Identificar y documentar los riesgos.
    - Práctica específica 2.2: Evaluar y categorizar cada riesgo identificado usando las categorías y parámetros definidos.
  - Meta específica 3: Los riesgos son manejados y mitigados, cuando sea apropiado, para reducir los impactos a los objetivos.
    - Práctica específica 3.1: Desarrollar un plan de mitigación para los riesgos más importantes para el proyecto.
    - Práctica específica 3.2: Monitorear el estatus de cada riesgo periódicamente e implementar la mitigación del plan de riesgo apropiado.

Aunque CMMi presenta a detalle las buenas prácticas comprobadas en la industria que deben seguirse para una gestión adecuada de los riesgos deja a criterio de las organizaciones su implementación.

3.3. MoProSoft

MoProSoft es el Modelo de Procesos de Software dirigido a la pequeña y mediana industria mexicana y a las áreas internas de desarrollo de software [4]. Contempla la gestión como el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización. Esta se lleva a dos niveles:

- La Gestión de Procesos se encarga de establecer los procesos de la organización, se compone de diferentes actividades como son la planeación de los procesos, la preparación de la implementación, y la evaluación y control de los procesos. Dentro de la actividad de Planeación se encuentra la

Tabla 2. Modelos y metodologías que abordan la gestión de riesgos.

	Uso	Ventajas y Desventajas
MoProSoft	PYMES, México Versión Actual: 1.3 Publicada en 2005	+ Gestión de riesgos en dos de sus nueve procesos. Gestión de procesos y gestión de proyectos. + Debido a su patrón de procesos estipula como documentar el proceso. + Genera base de conocimiento. – Las actividades están definidas de manera muy general. – No describe los procesos que se deben llevar a detalle.
CMMi	Grandes empresas, certificaciones en mas de 84 países Versión Actual: 1.3 Liberada en 2010	+ Asigna recursos para poder manejar la Gestión de riesgos. + Uso de herramientas de soporte cuantitativo. + Implementa un plan de mitigación para cada riesgo. + Genera base de conocimiento. – Añadir gastos en términos de documentación. – Requiere cantidad considerable de tiempo.
PMBOK	Adaptable a PYMES y reconocido mundialmente como un estándar Versión Actual: 6ta Publicada en 2017	+ Su enfoque es sistemático y presenta la información de la misma manera. + Lleva un proceso cualitativo lo que permite presentar y entender el nivel de riesgo más fácil. + Lleva un proceso cuantitativo lo que permite un monitoreo del rendimiento del proyecto. + Proceso de monitoreo y control. – Demasiados procesos si se quiere aplicar a pequeños proyectos.

creación de un plan de manejo de riesgos de procesos, el cual contiene la identificación y evaluación de riesgos, así como los planes de contención y de contingencia correspondientes. Para poder establecer o actualizar el Plan de Manejo de Riesgos para la Gestión de Procesos se considera:

- Identificar y evaluar los riesgos en cada proceso.
- Definir un plan de contención de riesgos.
- Definir un plan de contingencia.

Posteriormente en la evaluación y control se realiza la supervisión y control de los riesgos identificados en el Plan de Manejo de Riesgos. Además de identificar las Lecciones Aprendidas de procesos y su integración a la Base de Conocimiento. Se pueden considerar mejores prácticas, experiencias exitosas de manejo de riesgos, entre otras.

- La Gestión de Proyectos cuyo objetivo es establecer y llevar a cabo las actividades que permitan cumplir con los objetivos. En ella se realiza un Plan de Proyecto el cual tendrá en uno de sus puntos el Plan de Manejo de Riesgos, además de un reporte de seguimiento que contiene el registro de las actividades del plan. Se registran los siguientes datos:
  - Fechas de Inicio y Fin.
  - Mediciones:
    - Costo Real de Proyecto.
    - Clasificación por tipo.
    - Tiempo invertido.
    - Alcance y recursos.

Los riesgos de un proyecto pueden incluir al cliente y a usuarios, riesgos de tecnología o la metodología, riesgos con la organización o riesgos externos al proyecto. En este plan, se debe identificar la probabilidad e impacto de cada riesgo, sus implicaciones en los objetivos de manera cuantitativa y cualitativa y por último, definir los procedimientos para reducir el impacto de los riesgos.

Ya que MoProSoft está centrado en la organización en base a los procesos de las empresas de TI, no proporciona suficiente detalle para una adecuada gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos de software.

Resumen de normas y metodologías

La Tabla 2 sumariza la gestión de riesgos desde la perspectiva de PMBoK, CMMi y MoProSoft. Aunque MoProSoft está orientada a PyMES define de manera muy escueta el tema de la gestión de riesgos. Por otro lado, tanto CMMi como MoProsoft definen de manera general las buenas prácticas y momentos para hacer la gestión de riegos en un proyecto. Se concluye que estas propuestas no dan detalle ni instrumentos para implementar un proceso de gestión de riesgos en PyMES.

4. Conclusiones y trabajo futuro

La gestión de riesgos se debe considerar como un elemento indispensable para la gestión de proyectos de desarrollo de software y coadyuvante para garantizar el éxito de los proyectos. Sin embargo, dado que muchos factores deben de ser considerados en la elaboración de planes de ejecución que consideren dicha gestión, se le ha prestado poca atención. Por otro lado, dado que los modelos y metodologías abordan el tema de manera general, se encuentra difícil el implementar este proceso en las organizaciones. En este artículo presentamos un panorama general de trabajos que abordan el tema así como las propuestas existentes en la industria para su implementación en una PyME. El análisis aquí presentado sienta las bases para una propuesta míninima para la gestión de riesgos en MBN, una PyME de TI, la cuál nos encontramos detallando y se presentará en trabajos futuros.

Referencias

1. Ardila, C. A., y Pino, F. J. (2013). Panorama de gestión cuantitativa de procesos de desarrollo de software en pequenas organizaciones. Sistemas y Telemática, 11(26), 29-46.
2. Avila Heredia, E. (2014). Las PYMES en México: desarrollo y competitividad, en Observatorio de la Economía Latinoamericana, No. 201, 2014.

3. Kwak, Y. H., and Stoddard, J. (2004). Project risk management: lessons learned from software development environment. Technovation, 24(11), 915-920.
4. MoProsSoft (2005). Norma Mexicana NMX-I-059/01-NYE-2005, NYCE, 2005.
5. OCDE (2013). Temas y Políticas Clave de PyMES y Emprendedores en México, (México: OCDE, 2013) pág. 21, pág. 30
6. PMBoK (2013). PMBok Guide, Quinta edición, PMI, 2013.
7. Sánchez, L. E., Villafranca, D., Fernández-Medina, E., y Piattini, M. (2009). MGSM-PYME: Metodología para la gestión de la seguridad y su madurez en las PYMES. In V Congreso Iberoamericano de Seguridad Informática.
8. SEI, Software Engineering Institute (2011). Carnegie Mellon, Introduction to CMMi for Development,, Version 1.3, January 2011.

Algoritmo para la composición de cánones dodecafónicos

Erick G.G. de Paz[a], Xavier Quiñones Solís[b], Perfecto Malaquías Quintero Flores[a], Francisco Javier Albores Velasco[c*]

[a]Tec. Nacional de México, [b]Escuela de Música del Estado de Tlaxcala, [c]Universidad Autónoma de Tlaxcala

Recibido 10 de Octubre de 2017, Aceptado 6 de Noviembre de 2017, Versión final 24 de Noviembre de 2017

Resumen Este artículo presenta un pequeño algoritmo para componer temas musicales; específicamente temas apropiados para el desarrollo de cánones (piezas musicales en las cuales la melodía es iniciada sucesivamente en diferentes partes, transponiendo así las imitaciones). Las bases musicales de este trabajo son las concepciones de la técnica dodecafónica propuesta por Arnold Schoenberg en el siglo XX, la cual considera la composición como un problema de combinatoria. Lo novedoso de nuestro enfoque es la inclusión de restricciones armónicas. Así, el algoritmo propuesto ha sido cuidadosamente diseñado para producir melodías que se comportan según los principios armónicos.

Abstract This paper introduces a quite short algorithm to compose musical themes; specifically proper themes for developing canons (a class of pieces in which the same melody is successively started in different parts, so that the imitations overlap). The musical basis of this work are the theoretical conceptions of the Twelve-tone technique proposed by Arnold Schoenberg in the 20th century, which regard the composition as a combinatorics problem. The novelty of our approach is to improve the Schoenberg's method by including harmonic restrictions. Thus, the proposed algorithm has been carefully designed in order to produce just melodies which behave in accordance with harmonic principles.

* Agradecemos a la Mtra. Evelyn Groesch, directora de la Escuela de Música del Estado de Tlaxcala, por todas las facilidades brindadas.

Palabras Clave: Composición musical algorítmica, Inteligencia artificial

Keywords: Algorithmic music composition, Artificial Intelligence

1. Introducción

Desde la perspectiva computacional, la composición automática representa un gran reto para la investigación en inteligencia artificial. Principalmente porque no existen parámetros de evaluación definibles. La música, como todas las artes, depende de la concepción estética del individuo que la desarrolla. La mayoría de las aproximaciones para tratar con este problema suele basarse en la imitación, ya sea a través de modelos estadísticos o bien por medio de restricciones definidas por analistas de las obras de grandes compositores. En el presente trabajo, se analizan los principios fundamentales de la música con el fin de establecer métodos que, a pesar de no asegurar resultados estéticos, evitan la mayoría de situaciones que producen efectos desagradables al oído. Como primera aproximación, este artículo se limita al desarrollo de una sola forma musical: el canon.

El canon es definido como una forma musical en la que van entrando sucesivamente y con cierto desfase voces o instrumentos que repiten la misma melodía. Considérese que, la melodía tiene que estar diseñada de forma que las voces produzcan efectos agradables al oído y se provoque una sensación de unicidad. En este artículo se presenta un algoritmo para producir la forma más simple de canon, que involucra la manipulación de sólo dos voces simultáneas. Con fines ilustrativos, la Figura 1 muestra un canon para tres voces. Inclusive si el lector no este familiarizado con la notación musical, son claros los tres elementos principales de un canon: 1) existen múltiples voces, 2) las voces ejecutan la misma melodía, 3) existe un desfase entre las voces.

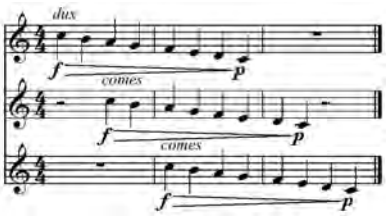


Figura 1. Ejemplo de canon a tres voces

En la siguiente sección se realiza un rápido bosquejo del estado de la cuestión relativo a la investigación en composición automática. Posteriormente, en la segunda sección se definen y analizan brevemente las bases de dos sistemas musicales: el tonal y el dodecafónico. La tercera sección justifica, describe y presenta un algoritmo para componer cánones. Finalmente en la cuarta sección, se analizan algunos cánones resultantes desde una perspectiva musical.

2. Trabajos Relacionados

Existen múltiples métodos para producir música automáticamente. Los principales enfoques son:

Modelos estocásticos: La sucesión de notas que conforman una melodía es considerada como la serie de valores que una variable aleatoria toma a través del tiempo. Particularmente el modelo de cadenas de Markov ha permitido diversas aplicaciones tales como la generación de corales [1], la armonización de melodías vocales [6], etc.

Juegos de azar: El primero de ellos *Juego de dados musical (Musikalisches Würfelspiel)* es atribuido a Amadeus Mozart. Consiste en utilizar dados para seleccionar fragmentos pre-compuestos que gradualmente configuran un pieza. Los fragmentos y juego poseen ciertas reglas para asegurar la coherencia de las piezas desarrolladas. Varios compositores han desarrollado sus propias versiones del juego [3].

Reglas lógicas: El método consiste en introducir reglas y principios de composición como cláusulas de lógica formal. Por ejemplo en [2], se utiliza la programación por conjunto de respuestas (Answer set programming) para la producción de corales.

Con un enfoque distinto, este trabajo propone un algoritmo basado en los principios acústicos de la música, que son expuestos en la siguiente sección.

3. Conceptos Básicos

3.1. El sonido y la armonía

La música occidental dispone de 12 sonidos denominados semitonos; cada uno de ellos cuenta con versiones equivalentes más agudas y más graves. El conjunto de semitonos ordenados en función de su altura (de graves a agudos) es { Do_1,$Do\#_1$,Re_1,$Re\#_1$,Mi_1,...,Si_1,Do_8,$Do\#_8$,Re_8 }. El nombre $\{Do, Do\#, Re, \ldots, Si\ \}$ identifica la cualidad acústica del semitono y es periódico cada 12 semitonos; análogamente el subindice incrementa cada 12 semitonos. La téoria musical establece que los sonidos a

12 semitonos de distancia (y que por tanto comparten el mismo nombre) son *equivalentes por octava*; hecho que implica que cualquier semitono se puede remplazar por otro que sea 12 semitonos superior o inferior. Además de la escala cromática (conjunto de semitonos), existe la escala diatónica la cual asegura cierta familiaridad acústica entre los semitonos que la componen [4]. Para obtener la escala diatónica de un semitono, se le suman las siguientes distancias en semitonos $\{0, 2, 4, 5, 7, 9, 11\}$. De manera adicional, los semitonos equivalentes por octava tambien se incluyen en la escala.

La tríada perfecta sirve como modelo para la construcción de acordes, o bien, grupos de tonos pertenecientes a una misma escala diátónica. Los tonos componentes del acorde de Do se encuentran a $\{0, 4, 7\}$ semitonos de distancia de Do. Sin embargo, dada la restricción de sólo emplear tonos de la escala, el acorde de Re no puede ser considerado una tríada perfecta, pues las distancias de sus componentes a la nota Re son $\{0, 3, 7\}$; un situación similar ocurre para Si, cuyas distancias son $\{0, 4, 6\}$. En función de dichas distancias, los acordes se clasifican como *mayores* (acordes de Do,Fa,Sol), *menores* (acordes Re,Mi,La) y *disonantes* (acorde de Si).

Hasta este momento, se han definido los principios inexcusables de la música tonal europea: tono, escala y acorde. Los acordes pueden alterar el orden de sus componentes, ejecutarse con todos o solo algunos de sus tonos simultáneamente, ejecutarse de forma sucesiva (arpegio) e inclusive ser ornamentados con notas no pertenecientes al acorde. En general, sirven para auxiliar la composición de melodías y el acompañamiento de las mismas. La gracia y destreza en su manipulación sólo es limitada por la imaginación y el buen gusto del compositor. Todo género musical, desde el barroco hasta la música popular contemporánea, depende de los principios anteriormente expuestos.

Intervalos consonantes Antes de finalizar esta subsección, se encontrará el conjunto de intervalos(distancias en semitonos) que separan a pares de sonidos consonantes. De acuerdo con lo expuesto, la tríada perfecta origina las consonancias y las relaciones de los tonos pertenecientes a cada escala. Numéricamente, la tríada se puede obtener fácilmente para cualquier tono, contando $\{0, 4, 7\}$ semitonos. Además, considerando que las tríada parciales $\{0, 4\}$, $\{0, 7\}$ y $\{4, 7\}$ también resultan agradables, podemos establecer que cualquier par de sonidos separado por $3, 4$ o 7 semitonos es consonante. A su vez, la consonancia de los pares $\{0, 3\}$, $\{0, 4\}$ y $\{0, 7\}$ implica la consonancia de los pares $\{3, 12\}$, $\{4, 12\}$, $\{7, 12\}$, por la propiedad de equivalencia de la octava. Finalmente, podemos afirmar que cualquier par de tonos separado por 3,4,5, 7, 8 o 9 semitonos es

consonante. Dada la relevancia de estas distancias, son agrupadas en un conjunto $I = \{3, 4, 5, 7, 8, 9\}$.

3.2. El dodecafonismo y la música serial

El investigador musical Arnold Schoenberg consideraba que la música estaba limitada por la tonalidad. Él se preocupaba por una cuestión de carácter principalmente estadístico, que puede condensarse en el siguiente argumento : *La escala diatónica restringe el uso de los doce semitonos sólo para beneficiar la calidad de ciertos acordes* [1]*. Esto produce que la mayoría de los compositores abusen del empleo de los mismos y abandonen el uso pleno de la escala cromática. Con tan poca riqueza material, llegará un punto en el que toda posibilidad diatónica haya sido explotada*[5].

La solución propuesta por Schoenberg es componer una melodía estética siguiendo sólo una regla: *La melodía deberá contener* 12 *semitonos y ningún semitono puede repetirse.* En otras palabras, la melodía deberá contener toda la escala cromática. El teórico denominó a tales melodías *series* y a la técnica *serialismo.* La denominación *dodecafonismo* hace énfasis en la ruptura de la jerarquía tonal; y el aprovechamiento de los 12 semitonos. El método serialista origina hasta 12! series distintas.

Schoenberg, sin embargo, propone conservar algunos de los métodos empleados por compositores tonales para prolongar una pieza utilizando una sola melodía. Con el fin de presentar tales métodos fácilmente, se emplea una notación numérica para referirse a los semitonos $\{0 : Do, 1 : Do\#, 2 : Re, \ldots, 10 : La\#, 11 : Si\}$. Así,

Para la serie original $\{0, 1, 3, 7, 11, 9, 2, 8, 10, 5, 6, 4\}$, algunas variaciones posibles son:

- **Serie retrógrada:** Se obtiene colocando la serie original en sentido contrario: $\{4, 6, 5, 10, 8, 2, 9, 11, 7, 3, 1, 0\}$
- **Serie inversa:** Se obtiene cambiando el parámetro arriba-abajo de la melodía. Es decir, si la melodía aumentaba un semitono en $\{0, 1, ...\}$, ahora disminuye un semitono $\{0, -1, ...\}$. Como la notación establecida no soporta negativos, se emplea la equivalencia por octava y se realiza una operación modular para asegurar que los valores numéricos siempre se encuentren en $[0, 11]$; para el fragmento analizado $\{0, (12 - 1) \text{ mód } 12, \ldots\} = \{0, 11, \ldots\}$. Así, la inversa de la serie original entera es: $\{0, 11, 9, 5, 1, 3, 10, 4, 2, 7, 6, 8\}$.

[1] Recuerde que para la escala de *Do*, sólo los acordes de *Do*, *Fa* y *Sol* son tríadas perfectas [4]

- **Variación de valores y ritmos de la serie:** La variación de valores escapa a nuestra notación numérica pues implica alterar la duración de ciertos semitonos de la serie. Por otro lado la variación de ritmos implica cambiar un intervalo de tiempo ocupado por el mismo semitono por una serie continua del mismo semitono.

La técnica serialista también involucra polifonía: el arte de ejecutar múltiples melodías a la vez. Sin embargo, la manipulación de semitonos que carecen de relación provoca una gran cantidad de disonancias. Así, el mayor reto del compositor serialista, es evitar o explotar estéticamente las disonancias. En la siguiente sección estableceremos un algoritmo que busca evitar las disonancias y conservar al mismo tiempo cierto carácter de composición serial.

4. El algoritmo y resultados

El algoritmo que se propone ha sido inspirado por el principio de permutaciones de la técnica serialista. Expresadas las razones del por qué las permutaciones de la escala cromática (series) resultan problemáticas para la polifonía; se propone realizar permutaciones a partir del conjunto de intervalos consonantes $I = \{3, 4, 5, 7, 8, 9\}$. Dado que los intervalos expresan distancias en semitonos, resulta necesario establecer un semitono $s \in [0, 11]$ como punto de partida para la creación de una melodía por medio de la adición de intervalos. Así, el número de posibles series, o melodías, es dado por $12 \times 6! = 8640$.

Por ejemplo para la permutación $\{5, 3, 7, 4, 9, 8\}$ y el semitono inicial 6 ($F\#$ en notación numérica), se obtiene la siguiente serie $s = \{6, 6 + 5 = 11, 11 + 3 = 14, 14 + 7 = 21, 21 + 4 = 25, 25 + 9 = 34, 34 + 8 = 42\}$. Luego por la equivalencia de la octava, $s = \{6 \text{ mód } 12, 11 \text{ mód } 12, 14 \text{ mód } 12, \ldots, 42 \text{ mód } 12\} = \{6, 11, 2, 9, 1, 10, 6\}$

Considérese que, el i-ésimo tono de la serie siempre es consonante con el siguiente, debido a que $|s_{i+1} - s_i| \in I$. Así, de manera inherente al proceso, la técnica serialista propuesta produce melodías perfectas para la construcción de cánones a dos voces con desfase de un pulso (un tono).

Adicionalmente considérese que, la inversión de cualquier intervalo consonante es también consonante: $12 - I = 12 - \{3, 4, 5, 7, 8, 9\} = \{9, 8, 7, 5, 4, 3\}$. A partir de esto, podemos inferir que las versiones retrógradas e inversas de la serie también proporcionan material apto para componer cánones.

A continuación, se incluye un código en lenguaje python que produce series e imprime la sucesión de semitonos desfasados para un par de voces.

La impresión de semitonos se basa en la serie original y la inversión de la serie, dejando al intérprete la creación de la versión retrógrada.

```
# Libreria para generar numeros aleatorios
import random

# Se inicia un arreglo con las distancias
# internas de los acordes (en semitonos)
I=[3,4,5,7,8,9]

# Se inicia la permutacion con un semitono aleatorio
perm = [random.randint(0,11)]

# Se obtiene una permutacion aleatoria de I
for k in range(6):
        i=I[random.randint(0,len(I)-1)] # Obtiene un i de I
        I.remove(i)                     # Elimina i de I
        perm.append(i)                  # Anade i a perm

# Transforma la permutacion a una serie
aux=0
serie=[]
for k in perm:
        aux=aux+k
        serie.append(aux%12)

        #SERIE ORIGINAL
# Nombres de semitonos
nom=["Do␣␣","Do#␣","Re␣␣","Re#␣","Mi␣␣","Fa␣␣","Fa#␣","Sol␣",
"Sol#","La␣␣","La#␣","Si␣␣"]

# El primer tono de la serie, solo para una voz
print "[␣—␣,␣%s]" %(nom[serie[0]])

# Imprime la serie como una forma canonica
for j in range(1,7):
        print "[%s,␣%s]" %(nom[serie[j-1]],nom[serie[j]])

# El ultimo tono de la serie, es solo para una voz
print "[%s,␣—␣]" %(nom[serie[6]])


print
        #SERIE INVERSA
print "[␣—␣,␣%s]" %(nom[(12-serie[0])%12])
for j in range(1,7):
        print "[%s,␣%s]" %(nom[(12-serie[j-1])%12],nom[(12-serie[j])%12])
print "[%s,␣—␣]" %(nom[(12-serie[6])%12])
```

Los resultados de cuatro ejecuciones del código anterior son condensados en columnas. La primera parte de cada columna corresponde al canon basado en la serie original, la segunda parte al basado en la inversión de la serie.

Serie I	Serie II	Serie III	Serie IV
[— , La#]	[— , Fa]	[— , La]	[— , Do]
[La# , Do#]	[Fa , Do]	[La , Fa]	[Do , Re#]
[Do# , Fa]	[Do , Sol#]	[Fa , Sol#]	[Re# , Do]
[Fa , Do#]	[Sol#, Fa]	[Sol#, Do]	[Do , Sol#]
[Do# , Sol#]	[Fa , La]	[Do , Sol]	[Sol#, Re#]
[Sol#, Do#]	[La , Re]	[Sol , Mi]	[Re# , Sol]
[Do# , La#]	[Re , Fa]	[Mi , La]	[Sol , Do]
[La# , —]	[Fa , —]	[La , —]	[Do , —]
[— , Re]	[— , Sol]	[— , Re#]	[— , Do]
[Re , Si]	[Sol , Do]	[Re# , Sol]	[Do , La]
[Si , Sol]	[Do , Mi]	[Sol , Mi]	[La , Do]
[Sol , Si]	[Mi , Sol]	[Mi , Do]	[Do , Mi]
[Si , Mi]	[Sol , Re#]	[Do , Fa]	[Mi , La]
[Mi , Si]	[Re# , La#]	[Fa , Sol#]	[La , Fa]
[Si , Re]	[La# , Sol]	[Sol#, Re#]	[Fa , Do]
[Re , —]	[Sol , —]	[Re# , —]	[Do , —]

5. Conclusiones

Las composiciones de la sección anterior no pueden ser consideradas tonales; sin embargo, en muchas ocasiones presentan un comportamiento que parece obedecer la restricción de sólo emplear tonos de una misma escala diátonica. Por ejemplo, la segunda parte (inversión) de la cuarta serie parece estar escrita en clave de *Do*. Esta característica asegura cierta coherencia con la corriente musical europea.

La restricción dodecafónica de emplear solamente una vez cada semitono es transgredida numerosas veces. Sin embargo, los autores consideran que la riqueza material de las obras surge de la inherente prohibición de repetir intervalos consonantes.

Todas las piezas terminan con el mismo semitono que inician; algo que es exigido por la téoria clásica de composición.

En conclusión, el método ayuda a producir canónes con cierto carácter tonal; sin la necesidad de considerar estructuras como escalas o acordes. Además, la técnica desarrollada, a pesar de estar implentada para un computador, puede ser fácilmente empleada por cualquier neófito de manera manual.

Referencias

1. Moray Allan and Christopher Williams. Harmonising chorales by probabilistic inference. In *Advances in neural information processing systems*, pages 25–32, 2005.
2. Georg Boenn. Automatic music composition using answer set programming. *Cambridge University Press TLP*, 11 (2–3):397–427, 2011.
3. David Cope. *Experiments in Musical Intelligence.*

4. J.P. Rameau. *Treatise on Harmony.* Dover Books on Music. Dover Publications, 2012.
5. A. Schoenberg. *Theory of Harmony.* California library reprint series. University of California Press, 1983.
6. Ian Simon, Dan Morris, and Sumit Basu. Mysong: Automatic accompaniment generation for vocal melodies. pages 725–734. ACM, April 2008.

Análisis de la Cobertura de Modelo CMMi en el Mapa Curricular de la Carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la UPTx

Altagracia Berruecos-Xicohténcatl[1]
Universidad Politécnica de Tlaxcala,
Av. Universidad Politécnica No.1, San Pedro Xalcaltzinco,
C.P. 90180 Tepeyanco, Tlaxcala, México
altagracia.berruecos@gmail.com
Alberto Portilla-Flores, Carolina-Rocio Sánchez-Pérez y Patricia Trejo-Xelhuantzi
Universidad Autónoma de Tlaxcala,
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n, A.P. 140, Apizaco Tlaxcala, México
Miracle Business Network S.A.,
Centro de Innovación y Desarrollo de Talento,
Calle 37 No. 216-B Col. Xicohténcatl, C.P. 90000, Tlaxcala, México
{portilla.alberto, sanchez.carolina, trejo.patricia}@mbn-corp.com.mx

Recibido 8 de Noviembre, Aceptado 21 de Noviembre, Versión final 25 de Noviembre de 2017

Resumen El debate entre impartir conocimientos teóricos o prácticos en las Instituciones de Educación Superior (IES) sigue vigente basado en las exigencias de productividad y calidad de la industria en general. En este sentido, el modelo educativo de las Universidades Politécnicas a nivel nacional beneficia la impartición del conocimiento práctico en sus aulas a fin de impactar de manera inmediata a la industria con egresados altamente capacitados. Sin embargo, algunas veces los mapas y contenidos curriculares no reflejan las necesidades de la industria. En este artículo se presenta un ejercicio realizado a través de un proceso de vinculación entre la Universidad Politécnica de Tlaxcala (UPTx) y la empresa Miracle Business Network (MBN) que permitió revisar los contenidos de ciertas materias de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información (ITI) en lo que se refiere a prácticas de Ingeniería de Software (ISW) para el desarrollo de proyectos, en específico las del modelo CMMi Dev 2 (Capability Maturity Model Integration for Development level 2). La aportación de este trabajo de investigación es una serie de recomendaciones de cambios en el mapa curricular de la licenciatura ITI de la UPTx.

[1] Los autores desean agradecer a MBN y a su director general el Ing. Odilón Paredes Carbajal, quien a

Abstract The debate in the universities trying to decide what is the best formation, teaching the practice or the theoretical knowledge is still in force, based on the demands of productivity and quality of the industry in general. In these respect, the educational model in The Polytechnic Universities nationwide benefits the delivery of practical knowledge to the students in order to bring an immediate impact to the industry with highly trained graduates. However, the curriculum maps and their contents not always reflect the needs of the industry. This paper presents a study carried out between the Polytechnic University of Tlaxcala and the company Miracle Business Network (MBN), that allowed us to review the contents of certain subjects of the career "Engineering in Information Technology", focusing on practices of Software Engineering Models for the development and implementation of projects, particularly those of CMMi Dev 2 model. The contribution of this research work are several recommendations of changes in the UPTx-ITI engineering curriculum map.

Palabras Clave: CMMi Dev 2, Desarrollo de proyectos, Ingeniería de Software, Mapa curricular.

Keywords: CMMi, Curriculum map, Project management, Software Engineering.

1. Introducción

La necesidad de incorporar conocimientos prácticos en las Instituciones de Educación Superior es prioritaria a fin de elevar la productividad de la industria cuando incorporan egresados de las universidades [4]. En Tlaxcala, el modelo educativo de las Universidades Politécnicas contempla la incorporación en sus aulas del conocimiento práctico requerido por la industria, pero algunas veces los mapas y contenidos curriculares no reflejan los requerimientos reales de las empresas. En este artículo se presenta un ejercicio realizado a través de un proceso de vinculación entre la UPTx y MBN, que permitió revisar los contenidos de ciertas materias de la licenciatura ITI asociadas a la ISW para del desarrollo de proyectos, en específico los del modelo CMMi Dev 2. Este ejercicio se logro ya que MBN llevó a cabo un proceso de transferencia de conocimiento del modelo de buenas prácticas para el desarrollo de Software CMMi Dev 2, con Instituciones de Educación Superior (IES) de la región de Tlaxcala durante el período de Agosto del 2016 a Febrero del 2017. MBN es una empresa mediana (PYME) de Tecnologías de la Información (TI) que desarrolla proyectos de Software a la medida bajo el Nivel de Madurez 2 del modelo de CMMi [12] y de acuerdo con la norma mexicana MoProSoft [9]. CMMi es un modelo para la mejora de procesos que proporciona a las organizaciones los elementos esenciales para implantar y mantener procesos eficaces que ayuden a mejorar su rendimiento [12].

El resto del artículo esta organizado como sigue, la Sección 2 presenta los trabajos relacionados, la Sección 3 introduce brevemente el modelo de buenas prácticas CMMi Dev 2, la Sección 4 presenta el análisis del mapa curricular de la ITI, la Sección 5 una propuesta de mejora al mapa curricular de la ITI, y finalmente se presentan conclusiones en la Sección 6.

2. Trabajo relacionado

La adopción de conocimiento práctico en las universidades ha sido subrayado como un factor clave en el desarrollo de un país si se considera que este proceso se sustenta en la vinculación efectiva de las empresas, las universidades y el gobierno [4]. Bajo esta perspectiva el ejercicio que se reporta en este artículo alinea perfectamente y coadyuva al fortalecimiento de la relación industria universidad. En la medida en que se logre acercar a estos dos protagonistas del desarrollo económico se podrán obtener resultados que permitan ser más efectivas a las empresas que incorporan egresados a sus filas para hacerlos productivos en un tiempo corto [3].

Por otro lado, la enseñanza de la ingeniería por tradición se asocia al desarrollo de proyectos [11] y por lo tanto la enseñanza de conocimiento práctico como el propuesto por CMMi cae bajo esta categoría. Sin embargo, una discusión acerca de adoptar prácticas pasajeras pudiera ser argumentada. En este sentido se piensa que el ejercicio realizado tiene argumentos fuertes al respecto ya que: i) CMMi representa un modelo de buenas prácticas en la industria con mas 20 años, por lo tanto conjunta madurez y estabilidad de uso en la industria de desarrollo de software, además de estar sustentado por autoridades mundiales del área de la ISW: el Software Engineering Institute (SEI) y la universidad de Carnegie Mellon, ambos con un prestigio mundial [12]; y ii) En particular el área de ISW se asocia a la gestión y desarrollo de proyectos de software de manera metódica [11], por lo tanto el asociar el contenido teórico a buenas prácticas de la industria cultiva el modelo en base a desarrollo de proyectos y la vinculación de la teoría con la práctica.

Con respecto a la ISW es necesario discutir acerca de qué conocimiento práctico puede adoptarse en los planes curriculares y conocimientos impartidos por la academia, a fin de cubrir un mayor número de buenas prácticas de la industria de desarrollo de software. En nuestro caso aunque se adopta CMMi, por razones del ejercicio de transferencia de conocimiento realizado por MBN, reconocemos que existen otras referencias de calidad en la industria, entre las principales se encuentran MoProSoft, ISO-29110, ITIL, MAAGTIC y PMBok. MoProSoft es un modelo de procesos dirigido a la pequeña y

mediana industria mexicana que propone ciertos procesos clave que deben existir para organizar una compañía de TI, divididos en las categorías: alta dirección, gestión y operación [9]. La ISO-29110 es una norma de calidad para entidades muy pequeñas de TI (1-25 personas) para implementar estándares para incrementar la calidad y capacidad de sus procesos [6]. ITIL es un estándar mundial para organizar la gestión de servicios, que permite alinear los servicios de TI con las necesidades de las empresas [1]. MAAGTIC se refiere a el Manual Administrativo de Aplicación General en Materia de TIC que establece la normatividad que deben observar las dependencias y entidades de la administración pública federal que implementan proyectos de TI [8]. Finalmente, PMBok es un conjunto de estándares globales del Project Management Institute que proporcionan normas, reglas y características de proyectos, programas y carteras para lograr una excelencia en la gestión de proyectos [10].

Con respecto a ejercicios similares al reportado en este artículo dos trabajos recientes en nuestro país son representativos. En [7] reportan como en el Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato se llevó a cabo una iniciativa a fin de obtener la acreditación nivel 2 y 3 de CMMi. Se comenta que el impacto en la formación de profesionales que tuvo dicho proceso de acreditación ha sido altamente positivo. Según reportan, el adoptar CMMi también representó beneficios para la planta docente y es una prueba de que los modelos de uso en la industria pueden ser adaptados en la academia. Por otro lado, la preocupación con respecto a los contenidos del área de ISW se aborda en [5]. En ese trabajo los autores presentan un modelo para enseñar ISW en universidades mexicanas. Se contemplan 5 módulos principales a cubrir como parte de los elementos en el perfil profesional de los egresados de carreras del área de TI: entorno de negocios, modelos de procesos, arquitectura del software, repositorios de datos, y conocimiento sobre programación y aplicaciones. Los trabajos de investigación presentados en [7] y [5] confirman por un lado la importancia de incorporar modelos de la industria en la academia y por otro lado la importancia de la ISW en la formación de los profesionales del área de las tecnologías de la información.

3. El modelo CMMi Dev 2

CMMi es un modelo de buenas prácticas utilizado como referencia mundial de calidad en el sector de las Tecnologías de la Información. CMMI fue publicado por el SEI y abarca 22 procesos asociados a 4 categorías de procesos y 5 niveles de madurez [12]. Las 4 categorías de procesos son:

- Administración de Proyectos.- Planificación, control, prevención, subcontratación y gestión de amenazas que pudieran afectar al proyecto.
- Administración de Procesos.- Mejora continua del proceso, capacidades y rendimiento con base en las necesidades del negocio.
- Ingeniería.- Identificación de necesidades, establecimiento de requisitos, arquitectura, diseño, pruebas, integración de sistemas y documentación.
- Soporte. - Actividades y funciones transversales tendientes a aumentar la calidad, satisfacción y eficacia del desarrollo.

Los niveles de madurez en CMMi son:

- Madurez Básica e Intermedia:
    - Nivel 1 Inicial: el proceso se improvisa y depende de individuos.
    - Nivel 2 Gestionado: hay gestión de proyectos con mecanismos de control, aunque con procesos no necesariamente acordados:
    - Nivel 3 Definido: existen procesos estándares compartidos y guías de adaptación adecuadas;
- Alta madurez:
    - Nivel 4 Gestionado Cuantitativamente: entendimiento del rendimiento de proceso y una gestión cuantitativa.
    - Nivel 5 Mejorado Continuamente: entendimiento del rendimiento de proceso y una gestión cuantitativa.

El nivel de madurez de una organización se relaciona con un conjunto de Metas Genéricas (GG) y Metas Específicas (SG) asociadas a un grupo de áreas de proceso. En la tabla 1 se muestran las áreas de proceso del nivel 2 ya que para los fines de nuestro estudio solo se tomaron en cuenta las áreas de proceso asociadas a la gestión y desarrollo de proyectos de TI (PP, PMC, REQM, CM, PPQA, SAM y MA), referidas en su conjunto como CMMi Dev 2.

Tabla 1. Procesos de CMMi Dev 2 por área de proceso.

Nivel	Administración de Procesos	Administración de Proyectos	Ingeniería	Soporte
2	**NA**	**PP -** Planeación de Proyectos **PMC** - Seguimiento de Proyectos **REQM -** Administración de Requerimientos **SAM** – Seguimiento de Acuerdo con Proveedores	**NA**	**CM** - Administración de la configuración **PPQA -** Aseguramiento de la Calidad **MA -** Medición y Análisis

A continuación, se listan las metas específicas (SG) y prácticas especificas (SP), por área de proceso del nivel 2, que fueron revisadas con MBN y que son la base de este estudio de correspondencia entre estas y los contenidos del Programa Educativo (PE) de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la UPTx:

- **PP**-Planificación de Proyectos: Desarrollar un plan del proyecto, se definen actores, recursos, tiempos entre otros de manera precisa. El plan debe ser aceptado y constituye un documento vivo en todo momento.
    - SG1 Establecer estimados para el desarrollo del proyecto.
        - SP 1.1 Estimar el alcance del proyecto.
        - SP 1.2 Establecer las estimaciones de los atributos de los productos.
        - SP 1.3 Definir las fases del ciclo de vida del proyecto.
        - SP 1.4 Estimar el esfuerzo y coste.
    - SG2 Desarrollar un plan de proyecto.
        - SP 2.1 Establecer el presupuesto y el calendario.
        - SP 2.2 Identificar los riesgos del proyecto.
        - SP 2.3 Planificar la gestión de los datos.
        - SP 2.4 Planificar los recursos del proyecto.
        - SP 2.5 Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias.
        - SP 2.6 Planificar el involucramiento de las partes interesadas.
        - SP 2.7 Establecer el plan de proyecto.
    - SG3 Obtener un compromiso con plan de proyecto.

        - SP 3.1 Revisar los planes que afectan al proyecto.
        - SP 3.2 Conciliar los niveles de trabajo y de recursos.
        - SP 3.3 Obtener el compromiso con el plan.
- **PMC**-Seguimiento de Proyectos: Monitorear las actividades del proyecto y tomar acciones correctivas documentadas.
    - SG1 Monitorear el desarrollo del proyecto contra el plan de proyecto.
        - SP 1.1 Monitorizar los parámetros de planificación del proyecto.
        - SP 1.2 Monitorizar los compromisos.
        - SP 1.3 Monitorizar los riesgos del proyecto.
        - SP 1.4 Monitorizar la gestión de los datos.
        - SP 1.5 Monitorizar el involucramiento de las partes interesadas.
        - SP 1.6 Llevar a cabo las revisiones del progreso.
        - SP 1.7 Llevar a cabo las revisiones de hitos.
    - SG2 Administrar acciones correctivas hasta el cierre.
        - SP 2.1 Analizar los problemas
        - SP 2.2. Llevar a cabo las acciones correctivas.
        - SP 2.3 Gestionar las acciones correctivas hasta su cierre.
- **REQM**-Gestión de Requerimientos: Gestionar los requisitos durante la duración del proyecto y asegurar el alineamiento de las actividades planeadas con los requisitos.
    - SG1 Gestión de los requerimientos.
        - SP 1.1 Comprender los requisitos.
        - SP 1.2 Obtener el compromiso sobre los requisitos.
        - SP 1.3 Gestionar los cambios a los requisitos.
        - SP 1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos.
        - SP 1.5 Asegurar el alineamiento entre el trabajo del proyecto y los requisitos.
- **PPQA**-Aseguramiento de la Calidad: Verificar la aplicación de los procesos de acuerdo a los estándares de la organización.
    - SG1 Evaluación objetiva de procesos y productos de trabajo.
        - SP 1.1 Evaluar objetivamente los procesos.
        - SP 1.2 Evaluar objetivamente los productos de trabajo.

- SG2 Resolución y registro objetivo de no-conformidades.
    - SP 2.1 Comunicar y resolver las no conformidades.
    - SP 2.2 Establecer los registros.

- **MA**-Medición y Análisis: Capacidad de medir el desempeño de procesos y productos para la toma de decisiones.
    - SG1 Alinear las actividades de medición y análisis.
        - SP 1.1Establecer los objetivos de medición.
        - SP 1.2 Especificar las medidas.
        - SP 1.3 Especificar los procedimientos de recogida y de almacenamiento de datos.
        - SP 1.4 Especificar los procedimientos de análisis.
    - SG2 Proveer resultados de las mediciones.
        - SP 2.1 Obtener los datos de la medición.
        - SP 2.2 Analizar los datos de la medición.
        - SP 2.3 Almacenar los datos y los resultados.
        - SP 2.4 Comunicar los resultados.
- **CM**-Gestión de la Configuración: Proveer persistencia versionada a los elementos de un proyecto a través del tiempo.
    - SG1 Establecimiento de líneas base.
        - SP 1.1 Identificar los elementos de la configuración.
        - SP 1.2 Establecer un sistema de gestión de configuración.
        - SP 1.3 Crear o liberar líneas base.
    - SG2 Rastreo y control de cambios.
        - SP 2.1 Seguir las peticiones de cambio.
        - SP 2.2 Controlar los elementos de configuración.
    - SG3 Establecimiento de la integridad.
        - SP 3.1 Establecer los registros de gestión de configuración.
        - SP 3.2 Realizar auditorías de configuración.
- **SAM**-Seguimiento de Acuerdos con Proveedores: Gestionar de manera adecuada los acuerdos con aquellos proveedores que participan en el desarrollo del producto y/o servicio.
    - SG1 Establecer acuerdos con proveedores.
        - SP 1.1 Determinar el tipo de adquisiciones.
        - SP 1.2 Selección de proveedores.
        - SP 1.3 Establecer acuerdos con proveedores.
    - SG2 Satisfacción de acuerdos con proveedores.

- SP 2.1 Ejecutar acuerdos con proveedores.
- SP 2.2 Aceptar productos adquiridos.
- SP 2.3 Asegurar la transición de los servicios.

4. Análisis del Mapa Curricular

4.1 Metodología

La figura 1 muestra el mapa curricular de la Licenciatura en Ingeniería en Tecnologías de la Información (ITI) de la UPTx. Las 63 materias del programa educativo (PE) se agrupan en tres ciclos de formación, que asocian los conocimientos básicos, intermedios y terminales, que debe cultivar un alumno para obtener el grado de ingeniero. De acuerdo con los conocimientos que recibió el profesor del Modelo CMMi Dev 2, la asesoría de los expertos de MBN y la experiencia con el equipo de trabajo que desarrollo el proyecto de desarrollo, se llevó a cabo el análisis como sigue:

- Se utilizó un modelo de aprendizaje en base a proyectos, este tipo de aprendizaje sitúa al estudiante como protagonista del proceso ante una situación real desarrollando habilidades y actitudes combinando la teoría y la práctica.
- Se llevaron a cabo reuniones semanales para transferir la forma de implementar las buenas prácticas de las áreas de proceso de CMMi nivel 2.
- El profesor dio seguimiento práctico al desarrollo del proyecto y de un curso en donde se reforzó el conocimiento teórico.
- Se realizaron auditorías internas para garantizar el cumplimiento de las prácticas de nivel 2.
- Al final del proceso se realizaron mesas de discusión entre los especialistas de MBN y el profesor del área de Ingeniería de Software (ISW) de la UPTx con la finalidad de revisar el mapa curricular, así como de los contenidos de las materias relacionadas con la ISW.

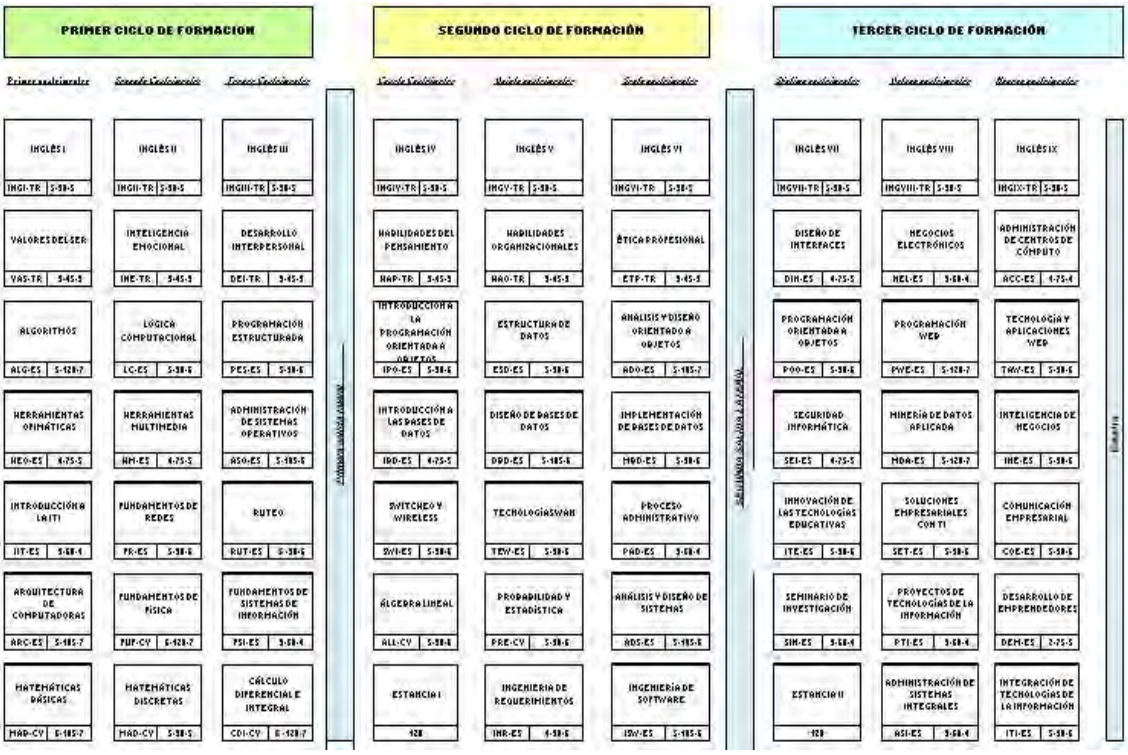


Figura 1. Mapa curricular de la Licenciatura en Ingeniería en Tecnologías de la información.

4.2 Resultados

Los resultados son los siguientes.

1 Con respecto al proceso educativo:

a. Se comprobó que cubrir todas las áreas de proceso de CMMi Dev 2 en un cuatrimestre y una sola materia no es viable, dado el tiempo requerido para cubrir las buenas prácticas.

b. Transferir el modelo mediante el desarrollo de un proyecto de TI es motivador para los estudiantes ya que se van comprobando las buenas prácticas con el avance en el desarrollo del proyecto. Al final del curso se tuvo un sistema funcional sobre un proyecto propuesto por MBN.

2 Con respecto a el análisis del mapa curricular y su cobertura de buenas prácticas propuestas por CMMi dev 2:

a. Del total de materias del programa educativo solo cuatro pueden considerarse del área de ISW, lo cual representa el 6% del total de materias, a este respecto la recomendación de Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información A.C. para materias del área en un PE de sistemas es del 17.5-22% del total de materias [3].

b. Se realizó un análisis detallado de las 4 materias en el plan de estudios que pueden cubrir las áreas de proceso del nivel 2 de CMMi (ver tabla 2). Por ejemplo, en la materia

"Ingeniería de Software" se analizo la descripción de los contenidos y se concluyo que están relacionados con el área de proceso REQM de CMMi. Cabe mencionar que hay 4 áreas de proceso del nivel 2 PPQA, MA, SAM y CM que no son cubiertas en ninguna materia de ITI (ver figura 1).

c. Tabla 2. Materias de ITI de la UPTx asociadas a ISW y áreas de proceso de CMMi.

Cuatrimes-tre	Materia	Descripción	Área de Proceso
5to	Ingeniería de requerimien-tos	- Conceptos básicos de Ingeniería de requerimientos. +Identificar los elementos clave y la terminología utilizada en el proceso de obtención de los requerimientos. - Principales actividades de Ingeniería de Requerimientos + Obtención del dominio del problema, objetivos, requisitos de almacenamiento de información, requerimientos. funcionales y no funcionales. - Técnicas y herramientas en Ingeniería de requerimientos. + Proporcionar productos entregables. + Obtener los requerimientos y utilizarlos como elementos en la negociación y validación de requisitos. - Desarrollo de un documento de requisitos del sistema. + Desarrollar documento de requisitos del sistema. - Crear modelos de la información para describir y manipular datos a partir de los requerimientos de usuario.	REQM
6to	Ingeniería de Software	- Modelos de procesos de software. + Identificar las características de los modelos de procesos de software. + Identificar las ventajas y desventajas de cada modelo de proceso de software. - Técnicas de estimación. + Estimar los recursos humanos para un proyecto de software. + Estimar costos de desarrollo de un proyecto de software. - Administración de proyectos de software. + Administrar un proyecto de software. + Especificar el plan del proyecto. - Administrar la calidad del software. - El proceso de diseño de software. + Identificar lo diagramas estructurales de UML. + Identificar los diagramas conductuales de UML.	PP PMC
6to	Análisis y	- Análisis y determinación de requerimientos	REQM

	diseño de sistemas	del Sistema de Información. + Especificar los requerimientos funcionales y no funcionales de un Sistema de Información. + Diseño del Sistema de Información. + Diseñar un Sistema de Información. - Implementación del Sistema de Información. + Implementar un Sistema de Información. - Distribución y Documentación del Sistema de Información. + Crear Instaladores de software. + Elaborar los diferentes manuales de un Sistema de información	
8º	Proyectos de Tecnologías de la Información	- Introducción a la administración de proyectos de TI + Identificar las fases y el ciclo de vida de un proyecto + Distinguir la importancia de la administración de un proyecto + Describir las funciones del administrador de proyectos - Origen de proyectos + Desarrollar la planeación estratégica para un proyecto de TI + Describir el análisis de un proyecto + Diseñar el plan de un proyecto enfocado en TI - Administración de recursos humanos, tiempo y costo + Realizar la planeación de recursos humanos, tiempo y costo dentro de un proyecto de TI + Obtener los costos de un proyecto de tecnologías de la información + Gestión de recursos + Distinguir los diferentes tipos de riesgos de un proyecto de TI + Identificar las características que definen un riesgo dentro de un proyecto de TI	PP

d. De las áreas de proceso cubiertas en alguna manera del PE ITI se llevó a cabo una ponderación para ver el porcentaje total cubierto, esto de acuerdo al análisis de los contenidos y la experiencia de los consultores (ver tabla 3). En total se cubre un 18.5% del total de buenas prácticas, lo cual quiere decir que muchas prácticas no se contemplan en los contenidos de las materias.

Tabla 3. Áreas de Proceso del Nivel 2 cubiertas en el PE ITI de la UPTx

Área de Proceso	**% cubierto**
PP-Planificación de Proyectos:	*57.3*

PMC-Seguimiento de Proyecto	*13.8*
REQM-Gestión de Requerimientos	*60*
PPQA-Aseguramiento de la Calidad	*0*
MA-Medición y Análisis	*0*
CM-Gestión de la Configuración	0
SAM-Seguimiento de acuerdos con proveedores	0
Promedio	**18.7**

5. Discusión de mejora al PE de ITI

Desde la perspectiva empresarial, las seis áreas de proceso propuestas por el nivel 2 de CMMi son áreas claves en el desarrollo de un proyecto, por lo cual es necesario subir el porcentaje de temas cubiertos en el PE de ITI (ver tabla 3). Para ello es necesario realizar una serie de acciones en al menos los siguientes aspectos:

1 Capacitación: La capacitación continua debe ser considerada por las IES como una forma de mantener vigentes los conocimientos de sus docentes y por lo tanto del conocimiento que estos imparten. Es necesario acceder a certificaciones personales y también como organización, para lo cual se requiere que se destinen recursos económicos. Como resultado se tendrá personal profesionalmente satisfecho y conocimientos frescos de la industria.

2 Adecuación de contenidos y mapas curriculares: la adecuación del mapa curricular de ITI debe ser en los siguientes sentidos:

   a. Cubrir en porcentajes mayores al 75% las áreas de proceso del nivel de madurez 2 de CMMi. Es indispensable abordar en los contenidos de las materias las áreas de proceso de PPQA, MA, SAM y CM y reforzar los contenidos asociados a PP, PMC y REQM. Para ello es necesario redefinir los contenidos de las materias asociadas a Ingeniería de Software (ISW) con temas específicos que aborden dichas áreas de proceso

   b. Modificar el mapa curricular para aumentar el número de materias de Ingeniería de Software de acuerdo a las recomendaciones de Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información (ANIEI) a por lo menos un 17% [3]. Esta ampliación de materias permitirá cubrir las áreas de proceso del nivel 2 en los contenidos de más materias. En particular las áreas de PPQA, PMC, MA y SAM podrían abordarse en la materia de proyectos de Tecnologías de la Información y CM en la materia de administración de centros de cómputo, ya que ambas materias están contenidas en el plan curricular pero

los planes de estudio de estas materias no tocan ningún tema de las áreas de procesos anteriormente citadas por lo que es necesario modificar sus contenidos. Es importante mencionar que el plan curricular contempla una materia llamada Integración de las Tecnologías de la información que podría contemplar el desarrollo de los proyectos bajo CMMi Dev 2, esto permitiría a los estudiantes un conocimiento sólido, al integrar diferentes tecnologías de la información con el modelo de procesos, CMMI Dev nivel 2.

c. Promover la integración del conocimiento de CMMi mediante el aprendizaje a base de proyectos. En este sentido las materias integradoras, de programación y las de estancias (ver figura 1) pueden ser reforzadas con buenas prácticas del modelo CMMi.

d. Se recomienda enriquecer los contenidos de las materias de ISW y otras relacionadas con los modelos y metodologías de uso en la industria de TI, por ejemplo: MoProSoft, PMBok, ITIL, MAAGTIC, ISO/IEC 29110, etc.

3 Vinculación: Para reducir la brecha entre la industria y la academia la vinculación es un elemento indispensable, es por ello que MBN transfirió los conceptos asociados a CMMi Dev 2 en un proceso de consultoría externa conducido por especialistas de MBN y un profesor experto en ISW de la UPTx como líder de un equipo de trabajo de 5 estudiantes de niveles avanzados de la carrera ITI. El equipo de trabajo desarrolló un sistema de software poniendo en práctica los conocimientos adquiridos bajo la supervisión de MBN durante un cuatrimestre, algunos realizaron 600 horas de estadías y otros 240 horas de estancias. Para repetir este proceso con buenos resultados MBN implementa un modelo de células de desarrollo en conjunto con las IES y dirigido por el Centro de Innovación y Desarrollo de Talentos (CIDT). Una célula de desarrollo es una unidad de negocios de MBN implementada físicamente en la IES, a cada célula se asocian equipos de desarrollo de 5 integrantes y un profesor enlace por cada 2 equipos. Los participantes forman parte entonces de MBN y acceden a beneficios y obligaciones como: capacitaciones, participación en proyectos reales, acceso al conocimiento organizacional, etc. Para animar las actividades de vinculación, el CIDT se encarga de realizar actividades durante los ciclos operativos como la presentada en este artículo.

6. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo se reporta un análisis del mapa curricular del

Programa Educativo ITI de la UPTx y su cobertura de buenas prácticas de ISW en sus materias, asociadas a las plasmadas en el modelo CMMi Dev 2. El análisis tuvo como base la experiencia de un proceso de transferencia de conocimiento entre MBN y la UPTx, y el aporte de especialistas de ambas instituciones a través de diversos foros de discusión y reflexión. Como resultado de este proceso se documentan recomendaciones al plan educativo en 3 sentidos: i) capacitación que es necesaria para mantener el conocimiento actualizado, ii) adecuación de contenidos de tal forma que se cubran al menos las buenas prácticas de la industria en materia de ISW, y iii) vinculación con la industria. En este sentido, MBN implementa un modelo de fabrica de SW que les permite a los estudiantes tener experiencias reales de desarrollo y la puesta en práctica de las recomendaciones del modelo CMMi dev 2.

Como trabajo futuro el grupo de expertos esta llevando a cabo reuniones de trabajo con las IES de la región de Tlaxcala, a fin de ampliar el presente estudio en dos sentidos; en el número de Programas Educativos analizados y la posibilidad de incluir otros modelos de calidad asociados al desarrollo de software.

6. Bibliografía

[1] Acevedo Juárez Héctor, Manual ITIL V3, octubre, 2013.

[2] Alvarado-Borrego Aida, Vinculación Universidad-Empresa y su contribución al desarrollo regional. Revista Ra Ximhai, Vol. 5, núm. 3, septiembre-diciembre, 2009, pp 407-414.

[3] ANIEI y CONAIC, Modelos Curriculares del Nivel Superior de Informática y Computación, Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información, A.C. y Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación, A.C., septiembre del 2014.

[4] Cárdenas Sergio, Cabrero Enrique, Arellano David. La difícil vinculación Universidad-Empresa en México: ¿Hacia la Construcción de la tripe hélice?, 2012, 2ª edición, Ed. CIDE

[5] García, I., Pacheco, C., & Coronel, N. (2010, September). Learn from Practice: Defining an Alternative Model for Software Engineering Education in Mexican Universities for Reducing the Breach between Industry and Academia. In Proceedings of the International Conference on Applied Computer Science, Malta (pp. 120-124).

[6] Laporte, Y. Claude, ISO/IEC 29110: Normas y guías de ingeniería de software y sistemas para entidades muy pequeñas, Project Editor of ISO/IEC 29110 Standards and Guides Convención Informática 2016.

[7] López, F. J. M., Olvera, G. I. V., & Orozco, D. M., Proceso e impacto institucional de la acreditación CMMi-Dev L3 del centro de Desarrollo de Software. ANFEI Digital, (3), 2016.
[8] MAACTIG Manual Administrativo de Aplicación General en Materia de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Marzo, 2010.
[9] Oktaba Hanna et al, Modelo de Procesos para la Industria de Software MoProSoft, Secretaría de Economía, 2005.
[10] PMBOK Guide-Quinta edición, 2013.
[11] Pressman Roger S. y Maxim B., Software Engineering: A Practitioner's Approach, Mc Graw Hill. 2015.
[12] SEI, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon, Introduction to CMMi for Development, Version 1.3, January 2011.

Implantación del área de proceso Administración de la Configuración del modelo CMMi Dev 2 en una PYME

José Antonio Grande Calderón, Carolina Rocío Sánchez Pérez, Alberto Portilla Flores, Marva Angélica Mora Lumbreras*[1]

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología
Calzada Apizaquito S/N Apizaco Tlaxcala, C.P 9000, Tlaxcala, México
{*Jose1991antonio47, krlinasp, alberto.portilla, marva.mora*}@gmail.com
http://www.uatx.mx/

Recibido 10 de octubre de 2017, Aceptado 5 de Noviembre de 2017, Versión final 22 de Noviembre de 2017

Resumen En este trabajo se describe el contexto de la implantación del área de proceso Administración de la Configuración en la Empresa Miracle Business Network (MBN) bajo el modelo de calidad CMMI 1.3 para el desarrollo en su nivel 2, esta área de proceso tiene como propósito establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo de la organización teniendo un control de versiones creadas. En el caso de la empresa MBN se definen mecanismos y artefactos para dar cumplimiento a la Administración de la Configuración, estableciendo políticas claras para el manejo del repositorio de la organización. Finalmente, se describen los mecanismos para la verificación del cumplimiento de las prácticas específicas del área de proceso abordada.

Abstract This paper describes the context of the implementation of the Configuration Management process area in the Miracle Business Network Company (MBN) under the CMMi 1.3 for development quality model, level 2, this process area is intended to establish and maintain the integrity of the organization work products, having a control of created versions. In the case of

[1] Los autores desean agradecer a MBN y a su director general el Ing. Odilón Paredes Carbajal por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo

the MBN Compay mechanisms and artifacts are defined to comply with the Configuration Administration, establishing clear policies for the management of the organization's repository. Finally, the mechanisms for verifying compliance with the specific practices of the process area addressed are described.

Palabras Clave: Administración de la Configuración, CMMi-Dev, Repositorio, Calidad, Modelo.

Keywords:.Configuration Management, CMMi-Dev, Repository, Quality, Model.

1. Introducción

En este trabajo se aborda la implementación del modelo de calidad de CMMI-Dev 2 específicamente el área de proceso Administración de la Configuración en la Empresa Miracle Business Network S.A. de C.V. (MBN) en tres proyectos que fueron evaluados bajo el enfoque de SCAMPI B y SCAMPI A para poder acreditar el uso de las buenas prácticas que establecen el modelo de calidad en

su nivel de madurez 2. El Modelo de Capacidad de Madurez Integrado (CMMI por sus siglas en inglés) es un modelo para la mejora de procesos que proporciona a las organizaciones los elementos esenciales para procesos eficientes. Este define las mejores prácticas para las actividades de desarrollo y mantenimiento que cubren el ciclo de vida de un producto, desde su concepción hasta la entrega y el mantenimiento. CMMI cubre tres constelaciones, servicios, desarrollo y adquisiciones. CMMI para desarrollo es un modelo de referencia que cubre las actividades para desarrollar tanto productos como servicios. Contiene prácticas que cubren la gestión de proyectos, gestión de procesos, ingeniería de sistemas, ingeniería de hardware, ingeniería de software y otros procesos de soporte utilizados en el desarrollo y mantenimiento [1].

En el caso de CMMI para Desarrollo (CMMI-DEV) brinda una oportunidad para evitar o eliminar estas barreras. Un proceso de nivel de capacidad 2 se caracteriza como un proceso gestionado. Un proceso gestionado es un proceso realizado que se planifica y ejecuta de acuerdo con la política; emplea personal cualificado que tiene los recursos adecuados para producir resultados controlados; involucra a las partes interesadas relevantes; se monitoriza, controla y revisa; y se evalúa la adherencia frente a la descripción de su proceso.

La disciplina de proceso reflejada por el nivel de capacidad 2 ayuda a asegurar que las prácticas existentes se mantienen en periodos de mayor presión.

CMMI-DEV contiene 22 áreas de proceso de las cuales 16 son áreas de proceso base, 1 es un área de proceso compartida y 5 son

áreas de procesos específicas de desarrollo. Para alcanzar un nivel de madurez de CMMI una empresa tiene que cubrir y cumplir ciertas áreas de proceso, de acuerdo al nivel en el que desea ser evaluada. Para el caso del nivel 2 las áreas de proceso que deben cubrirse son [2]:

- Gestión de requerimientos (REQM)
- Planificación de proyecto (PP)
- Monitorización y control del proyecto (PMC)
- Gestión de acuerdos con proveedores (SAM)
- Gestión de configuración (CM)
- Aseguramiento de la calidad de proceso y producto (PPQA)
- Medición y Análisis (MA)

Este trabajo se centra en la implementación del área de proceso Administración de la Configuración, la cual tiene como propósito establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo a través de:

- La identificación de los elementos/productos que van a ser controlados: "¿Cuáles son los elementos de configuración?"
- La definición de un procedimiento para el control de los productos: "¿Cómo controlo los cambios sobre los elementos de configuración?"
- El registro/informe del estado de los productos: "¿Cuál es el estado actual de los elementos de configuración?"
- Las auditorías de configuración: "¿Los elementos de configuración cumplen los requisitos?" [5]

Este proceso cuenta con diferentes tipos de prácticas las cuales son:

- **Practicas genéricas.** Es la descripción de una actividad que se considera importante para el logro de la meta genérica asociada. Las prácticas genéricas puede ser aplicada a diferentes áreas de proceso [3].
- **Prácticas específicas.** Es la descripción de una actividad que es considerada muy importante para alcanzar la meta. Se describen las actividades que se espera que produzcan los objetivos de las metas específicas de un área de proceso. Una práctica específica es un componente del modelo de calidad [3].

2. Implantación de Administración de la Configuración

Se describe el desarrollo de las prácticas específicas para asegurar el cumplimento de esta área de proceso, por medio del uso de artefactos o documentos definidos, la definición de una

nomenclatura para el nombrado de los diferentes artefactos, y control de versiones de información generada y manejo de permisos para los diferentes roles.

Para implementar el área de proceso se consideraron 3 proyectos:

- Mesa de Servicios: El sistema permite la administración de los recursos humanos con los que se cuenta dentro de la empresa, al igual el seguimiento las horas laborales cumplidas.
- BSI: Es un sistema para el registro de bienes y servicios con los que cuenta la empresa, como lo son artículos de mobiliario, equipo de cómputo y electrónico, registro de proveedores, préstamos mediante la asignación de equipos y registro de su ubicación.
- SSV: Es un sistema para el manejo y control de los viáticos a los que puede recurrir los recursos de la empresa, al igual para la comprobación de los mismos.

En el desarrollo de los tres proyectos mencionados se realizó la implementación del área de proceso, en esta sección se indican las prácticas y los artefactos con los cuales se da el cumplimiento al área de proceso Administración de la Configuración.

SG2 Se establecen líneas de base de los productos de trabajo identificadas

SP1.1 Crear o liberar las líneas de base para uso interno y para la entrega al cliente

Documento o artefactos donde se identifican los elementos de configuración de las líneas base. Las cuales fueron productos que se entregan al cliente, herramientas, diseños, planes de pruebas, prototipos, resultados de pruebas, documentos, etc.

A continuación se describen los siguientes artefactos:

- Plan Integral de Proyecto

Hoja 14.1. Reuniones de Seguimiento, columna de Cronograma

Se establece el estatus o porcentaje de las actividades ya trazadas y establecidas

Hoja 11. Indicadores, indicador 6

Conocer el porcentaje de no conformidades detectadas en el proceso de auditoría.

SP1.2 Establecer y mantener una gestión de la configuración y cambiar el sistema de gestión para el control de los productos de trabajo.

Se implementó la herramienta SVN para la administración de la configuración de los proyectos. Para llevar un control del repositorio se definieron los siguientes mecanismos:

- Estructura General de Repositorio

Hoja 15. Estructura de Repositorio

Se establece la estructura de repositorio como lo es las carpetas, la ubicación de los artefactos, también se define el nombrado con la nomenclatura de los artefactos, descripción del nombrado y por último el tipo de perfil para asignación de permisos.

Hoja 16. Flujo de Aprobación, columna Artefactos

En el documento se describen los artefactos y quien los aprueba y el momento de cuanto se realiza en baseline.

- Sistema Control de Configuración

En el documento se describen los permisos otorgados para cada usuario involucrado por cada fase del proyecto, así como la estructura de las carpetas y que artefactos contendrá, el tipo de nomenclatura.

- Manual de Instalación SVN

Se explica brevemente cómo poder realizar la instalación de la herramienta de Subversión para la administración de documentos.

- Manual de Uso de Cliente SVN

Explica brevemente cómo poder trabajar con la herramienta de Subversión.

- Esquema de Respaldo de Recuperación de Configuración

Describe cómo gestionar la actividad correspondiente al proceso de Respaldo y recuperación.

SP1.3 Crear o liberar las líneas de base para uso interno y para la entrega al cliente

Descripción de las entregas formales a realizar durante el proyecto, tanto de productos software como de documentación, describiendo los elementos que contiene.

- Plan Integral de Proyecto

Hoja 16. Flujo de Aprobación, Columna baseline.

Nomenclatura definida para la creación de baselines.

- Reporte Cambios baseline.

Este documento permite visualizar los cambios realizados entre los baselines finales del proyecto.

SG2 Los cambios en los productos de trabajo bajo gestión de configuración se realiza un seguimiento y controlados

SP2.1 Realizar un seguimiento de las solicitudes de cambio de los elementos de configuración

Dar seguimiento a las peticiones de cambio que se presentan en el transcurso de la ejecución del proyecto.

- Reporte de Pruebas de Integración

Es el reporte de las pruebas realizadas al sistema mediante la integración de los distintos componentes.

- Reporte de Pruebas de Sistema

Se reportan los resultados de las pruebas de funcionalidad realizadas al sistema, tomando como base los casos de uso.

- Solicitud de Cambios

Es un formato establecido para plantear y formalizar cualquier cambio que sea solicitado por parte del cliente.

SP2.2 Control de cambios en los elementos de configuración.

Se realiza un seguimiento de los cambios requeridos o detonados por incidencias o solicitudes de cambio en el proyecto.

- Plan Integral de Proyecto

Hoja 16. Flujo de Aprobación, columna baseline

En el documento se describen los artefactos, quien los aprueba y el momento en el que debe realizarse el baseline.

- Reporte de Cambios

Este documento permite visualizar los cambios realizados durante el proceso del proyecto.

SG3 La integridad de las líneas base se establece y mantiene

SP3.1 Establecer registros de gestión de la configuración

Revisiones de las tareas de gestión de configuración de los cambios implementados entre dos versiones de la línea base. También se tiene el registro de incidencias que se presentaron.

- Reporte de Pruebas de Integración.

Es el reporte de las pruebas realizadas al sistema mediante la integración de los distintos componentes.

- Reporte de Pruebas de Sistema.

Se reportan los resultados de las pruebas de funcionalidad realizadas al sistema, tomando como base los casos de uso.

- Reporte de Cambios.

Se tienen un registro de todos los cambios solicitados del proyecto.

SP3.2 Realizar auditorías de Configuración

Informe de auditoría interna o externa, en donde se valida que se contengan los artefactos correspondiente por carpeta, así mismo nomenclaturas establecidas de cada artefacto.

- Plan de Seguimiento de Auditorías

El proceso del desarrollo de las auditorías que se llevan a cabo.

- Incidencias de Auditorías

Se tiene un registro de todas las incidencias que se presentan durante las auditorías.

6. Resultados

A. Auditorías de Proceso y Físicas

El área de proceso de Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto (PPQA por sus siglas en inglés) define dos metas específicas con sus prácticas específicas asociadas [4]:

SG1. La adherencia de los procesos realizados, y de los productos de trabajo asociados a las descripciones de proceso estándares y procedimientos aplicables es evaluada objetivamente.

SG2. Las no conformidades son seguidas y comunicadas objetivamente, y su resolución es asegurada.

Por lo cual para verificar el cumplimiento del área de proceso Administración de la Configuración se realiza una auditoría de proceso, una persona con el rol de auditor revisa que aspectos definidos en una lista de comprobación se estén cumpliendo en los proyectos definidos, el auditor realiza la revisión de los puntos definidos en la Tabla 1..

1.	¿Existe un plan de administración de configuración?
2.	¿Existe un plan de administración de cambios?
3.	¿Están claramente identificados los items de configuración y su nombrado para Planes, Documentos y componentes de software?
4.	¿Está establecido un sistema de control de configuración con manejo de accesos, control de productos de trabajo, manejo de cambios?
5.	¿Existe un manejo de líneas base, etiquetado y facilidades para recuperar versiones anteriores?
6.	¿Se reporta el número de revisión generado por el repositorio en el manejo de líneas base?
7.	¿Existen registros actualizados de la administración de la configuración?
8.	¿Existe registro de auditorías físicas?
9.	¿Existe registro de auditorías funcionales?

Tabla 1 Lista de Comprobación para Administración de la Configuración

Además de realizar las auditorías de proceso el auditor debe realizar Auditorías Físicas, las cuales se refieren a la validación de la existencia de los archivos en el repositorio y su manejo.

Auditoría Física	
1.	Verificar que se cumple con la descripción de la estructura del repositorio según documento de administración de configuración.
2.	Verificar que se cumpla con la estructura general del repositorio de acuerdo a la configuración establecida
3.	¿Los documentos existentes en el repositorio cumplen con la nomenclatura establecida como normativa general?

4.	¿El nombrado de proyectos cumplen con la nomenclatura establecida en la normativa general?
5.	¿La carpeta de línea base cumplen con la nomenclatura establecida en la normativa general?
6.	Verificar que existe documentación del script para el proceso de respaldo
7.	Verificar que exista una bitácora sobre el seguimiento de respaldo
8.	Verificar que exista un seguimiento para el proceso de respaldo de información
9.	¿Se cuenta con un sistema de control de configuración y control de accesos establecidos para cada proyecto?
10.	Verificar que existen los logs donde se puedan validar los controles de acceso.
11.	Verificar que exista el archivo de configuración del repositorio y que la configuración corresponda a lo que se define en el Plan Integral del Proyecto.
12.	¿Se cuenta con un manual de instalación y configuración para el repositorio?
13.	Verificar que existe un documento donde se establezca como serán generadas las líneas base.
14.	Verificar contra el documento de las líneas base se llevaron a cabo.

Tabla 2 Lista de Comprobación para Administración de la Configuración

Estas dos auditorías permiten comprobar en los proyectos el cumplimento de las prácticas específicas, se obtuvieron las incidencias incluidas en la Tabla 3

Proyecto	No cumplimiento	Acción Propuesta
Mesas de Servicios	No hay un seguimiento de control de accesos	Crear el control de accesos en un archivo de Excel
Mesas de Servicios	No hay un proceso en tiempo real	Poner en función el manejo de líneas base.
Mesas de Servicios	No se han realizado las auditorias físicas	Activar el uso del repositorio
Mesas de Servicios	No hay un seguimiento de cambios sobre la administración de configuración	Determinar un mecanismo para este control.
Mesas de Servicios	No hay un seguimiento de registros donde indiquen los cambios de la administración de la configuración	Integrar un mecanismo para el seguimiento de registro.
Todos los Proyectos actuales	No se tiene un registro de las fechas reales de la creación de baseline.	Asegurar que se registra adecuadamente las fechas planeadas y reales de la creación de baselines en la sección de Flujo De Aprobación Del Plan Integral.

Como se puede observar en la Tabla 3, las incidencias ocurrieron en el primer proyecto, ya que no se tenía implementado el repositorio y su uso no estaba definido como una práctica a seguirse en los proyectos. En el caso de la Auditoría física ocurrieron dos incidencias respecto a la no existencia de respaldos. En ambos casos se dio seguimiento a las incidencias hasta su cierre.

En la empresa Miracle Business Network se tiene definida la estructura organizacional bajo los lineamientos de la norma Moprosoft nivel 2, sin embargo esto no ha tenido el impacto suficiente para asegurar que el desarrollo de sus proyectos estén alineados a

dicha norma, por lo cual la empresa desea integrar el modelo de madurez CMMI Dev 2 para fortalecer el área de Desarrollo y Mantenimiento de Software, en este trabajo se describió la implementación del área de proceso de administración de la configuración, la cual es base para las restantes áreas de proceso en el nivel 2. Una problemática fue que los involucrados en los proyectos tienen resistencia al usar las buenas prácticas definidas por el área, como lo es utilizar de manera consistente, en todos los proyectos, la nomenclatura para el nombrado de los artefactos, además de no contar con la infraestructura suficiente para poder asegurar la información, en el caso de los respaldos.

Es decir, el uso y la implementación del área de proceso en futuros proyectos dependerán de los siguientes aspectos:

- Cultura organizacional para alinearse al uso de repositorio y la nomenclatura definida.
- Capacitación de los distintos involucrados en los proyectos de las prácticas del área de proceso.
- Existencia de infraestructura y medios necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de los repositorios.

Seguimiento mediante el rol de un auditor externo del cumplimiento de las prácticas.

B. SCAMPI A.

Se ha de comprobar si se cumplen las prácticas definidas para cada una de las áreas de proceso definidas en el nivel de madurez. Para comprobar si se cumplen, SCAMPI define una escala que determina si se han implementado completamente, parcialmente o no se han implementado. La escala puede verse en la Figura 1 [4].

Calificación	Descripción
Fully Implemented (FI)	Artefactos directos presentes y adecuados Artefactos indirectos y/o afirmaciones No se han notado debilidades
Largely Implemented (LI)	Artefactos directos presentes y adecuados Artefactos indirectos y/o afirmaciones Se han notado una o más debilidades
Partially Implemented (PI)	Artefactos directos no encontrados o inadecuados Artefactos indirectos y/o afirmaciones indican que parte de la práctica ha sido implementada Se han notado una o más debilidades ó Artefactos directos presentes y adecuados No se encuentra otra evidencia que soporte la práctica Se han notado una o más debilidades
Not Implemented (NI)	Artefactos directos no encontrados o inadecuados No se encuentra otra evidencia que soporte la práctica Se han notado una o más debilidades

Figura 1 Clasificación de Prácticas [4].

Otro mecanismo importante para la comprobación de la ejecución de las prácticas específicas es la realización de entrevistas, en este caso se definió una agenda para las entrevistas con todos los involucrados, estas entrevistas buscan verificar que el equipo de trabajo conoce las prácticas pero además las implementa de manera consistente en todos los proyectos. Una vez realizada la revisión de los artefactos para cada área de proceso y las entrevistas con los involucrados, el equipo de evaluación emite un dictamen para cada área de proceso, los valores que puede obtener el área para cada meta específica son: Satisfecha, No satisfecha, No aplicable y No evaluada.

En el caso de MBN, se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 4. Esta tabla es un Resumen de los Ratings obtenidos por la empresa de acuerdo al Modelo CMMI-Dev v 1.3 para el nivel de madurez 2.

PA	SG1	SG2	SG3	GG2	PA Rating
REQM	Satisfecha			Satisfecha	Satisfecha
PP	Satisfecha	Satisfecha	Satisfecha	Satisfecha	Satisfecha
PMC	Satisfecha	Satisfecha		Satisfecha	Satisfecha
MA	Satisfecha	Satisfecha		Satisfecha	Satisfecha
PPQA	Satisfecha	Satisfecha		Satisfecha	Satisfecha
CM	**Satisfecha**	**Satisfecha**	**Satisfecha**	**Satisfecha**	**Satisfecha**

Tabla 4 Resumen de los Ratings Obtenidos

De acuerdo a lo mostrado en la Tabla 4 el área de proceso Administración de la Configuración obtuvo una evaluación Satisfecha, lo cual indica que se dio cumplimiento a las prácticas específicas y por lo tanto metas específicas de las áreas de proceso, con lo cual la empresa obtuvo el nivel de madurez 2, esto fue posible al corregir previamente las incidencias encontradas por el auditor en las auditorías de proceso y físicas.

7. Conclusiones

Los beneficios al realizar la implementación del área de proceso Administración de la Configuración en la empresa MBN son:

- La implementación de la herramienta de Tortoise Subversion SVN, para el control de versiones creadas por los responsables de cada proceso permite cubrir todo el ciclo de desarrollo, administrando el acceso a las diferentes carpetas que se contienen dentro del repositorio.
- Se establecen políticas claras para el manejo de repositorio y respaldos, con lo cual se garantiza la seguridad de la información.
- Se establecen nomenclaturas para la creación de cada carpeta por proceso, al igual que nomenclatura de cada documento de los proyectos garantizando la consistencia y alineación de todos los involucrados.
- Se tiene material disponible para capacitar a los responsables de los procesos, así como con plantillas para crear nueva documentación de proyectos futuros.

Con todo lo anterior se logró garantizar la integridad de los productos durante el desarrollo de los proyectos, así mismo como la administración de versiones generadas dentro del repositorio y con ello asegurar la consistencia de los artefactos y componentes generados.

Referencias

1. Mary Beth Crissis, M. K. CMMI Guía para la integración de procesos y la mejora de productos Segunda Edición. 2009 Pearson Educación.
2. Mellon, C. CMMI para Desarrollo, Version 1.3. Software Engineering Process Management Program. 2010.
3. Qué significa CMMI. (2010). Obtenido de Resumen de Planificación del proyecto en CMMI v1.3: http://asprotech.blogspot.mx/2010/11/resumen-de-planificacion-del-proyecto.html
4. Javier Garzás Parra, Emanuel A. Irrazábal, Roberto Santa Escolástica Guía Práctica de Supervivencia en una Auditoría CMMI. Universidad Rey Juan Carlos. 2011. 37 Páginas.
5. David Moisés Terán Pérez, Administración Estratégica de la función informática, 2014, Alfaomega.

Cuna del Huehue Virtual

Yessica Cabrera Sánchez, José Ignacio López Méndez,
Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala,
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología
Calzada Apizaquito S/N C.P 90401, Tlaxcala, México
{Yessisan96,mexicojilm2016,marva.mora}@gmail.com
http://www.uatx.mx/

Recibido 10 de octubre de 2017, Aceptado 5 de Noviembre de 2017,
Versión final 22 de Noviembre de 2017

Resumen: En Tlaxcala se tiene como tradición celebrar el Carnaval, para ello se utilizan vestuarios específicos para hombre y mujer, dentro del mismo vestuario el hombre utiliza una máscara y un penacho, lo cual es muy representativo de dicho carnaval. Dada la importancia del evento, se ideo desarrollar un proyecto sobre el Carnaval, específicamente sobre la camada “Cuna del huehue”, el proyecto esta dividido en mundo virtual y página web con información descriptiva y galería fotográfica.

Abstract: Tlaxcala has the tradition to celebrate Carnival, for this tradition specific costumes are used for men and women, in the same costume the man uses a mask and a tuft, which is very representative of said carnival. Given the importance of the event, it was thought to develop a project about the Carnival, specifically about the "Cuna del huehue", the project is divided into virtual world and website with descriptive information and photo gallery.

Palabras Clave: Tradición, Cultura, Historia, Realidad Virtual Educativa, Modelados 3D.

Keywords: Tradition, Culture, History, Virtual Reality, 3D Model.

1. Introducción

El proyecto se enfoca en la camada de Santa Úrsula Zimatepec del municipio de Yauhquemehcan. “Cuna del Huehue” es la camada principal de Santa Úrsula Zimatepec que tiene más de 200 años de existir, se tienen antecedentes que datan desde 1800, considerándose una de las más antiguas camadas del estado, la camada se conforma de hombres y mujeres que bailan para el público en general, una de las tradiciones es que los hombres deben comprar el traje a las mujeres. El carnaval se representa la bienvenida de la primavera y también una sátira a los españoles.

El proyecto está compuesto de:

- Modelos del traje tradicional en 3D utilizando “Blender”.
- Una galería fotográfica del Carnaval de Tlaxcala y su descripción.
- Preproducción
- Escritura del guión
- Desarrollo visual
- Diseño de personajes
- Storyboard
- Producción
- Modelado.
- Texturizado

2. Trabajos Relacionados

En este capítulo se presentan algunos trabajos relacionados, relacionados con el uso de modelos 3D, sin embargo no consideran el tema del carnaval, pero de alguna forma son importantes para nuestro proyecto.

- **Modelo 3D del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid con Realidad Virtual [1],** éste proyecto se enfoca en el desarrollo de un Entorno Virtual de la Sede Poblado del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, utilizando técnicas de la realidad virtual. Esto con el fin de obtener un modelo de la planta física de la institución que proyecte su imagen, a través de

una interfaz gráfica amigable basada en tecnología 3D.

- **Diseño y Desarrollo de un Videojuego de las Batallas Históricas de Tlaxcala: Lucha y Unificación entre Tlaxcaltecas y Españoles. [2].** Tlaxcala, el origen es un videojuego de diferentes batallas históricas de Tlaxcala en un entorno 2D. El videojuego tiene animaciones, narraciones y música de la época en donde se dieron las batallas, con el fin de apegarse más a la historia y conocer sobre la cultura que se tenía en esa época.

- **Predicción de la respuesta sísmica de un edificio colonial del siglo XVI por medio del método de los elementos finitos, considerando su estado actual de daño [3]** El análisis estático realizado, así como el incremental, predice que el edificio real recite sin daños sensibles las condiciones de carga a la que fue sujeta la estructura, las cuales fueron por peso propio y hundimientos diferenciales.

3. Descripción de la Aplicación

En esta aplicación se está desarrollando un prototipo sobre el Carnaval de Tlaxcala, enfocada a la camada “Cuna del Huehue”, se está dividiendo con una parte virtual y parte descriptiva con una galería fotográfica. El usuario podrá entrar a una página web donde tendrá las siguientes opciones:

- Historia
- Tradición
- Modelado 3D
- Museo

4. Realidad Virtual y Carnaval

Realidad Virtual combina dos palabras opuestas, Realidad define aquello que existe, mientras Virtual define aquello que no existe. Técnicamente hablando, Realidad Virtual se define como un ambiente generado por computadora, cuya interfaz es muy avanzada, ya que involucra diferentes sentidos, como la vista, el oído y el tacto; trata de convencer al cerebro, de que el mundo artificial que está viendo es auténtico, permitiendo al usuario moverse dentro de dicho ambiente, verlo desde diferentes ángulos, investigarlo, tocarlo y manipularlo de manera dinámica [4].

El carnaval se agregó como celebración en Tlaxcala por los colonizadores españoles desde el siglo XVII. En 1699 el entonces gobernador de la Provincia, el Duque de San Román, emitió un documento en el cual prohibía a los danzantes burlarse de personalidades locales y ordeno que edicto se pregonara en los idiomas náhuatl y español [5].

5. Interfaz de Usuario

Este proyecto tiene sus bases teóricas en [5, 6, 7, 8 y 9], en donde se describen diferentes puntos del carnaval. En proyecto el usuario podrá conocer toda la información sobre el Carnaval de Tlaxcala, así como visualizar el museo virtual del Carnaval.

Menú de inicio.- En esta página se muestra el nombre del proyecto y las opciones que el usuario puede elegir:

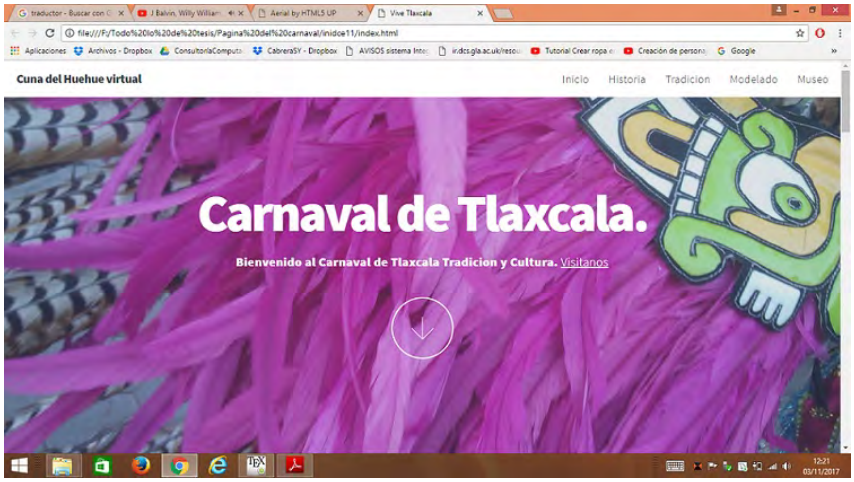


Figura 1. Menú de inicio

Historia.- Se muestran información acerca de la historia del Carnaval del Estado de Tlaxcala y una fotografía:

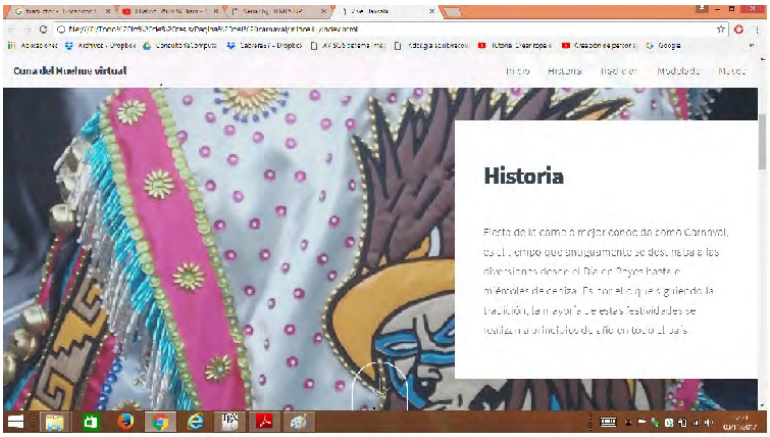


Figura 2. Menú de la Historia

Tradición.- Se mostrara una información sobre la camada "Cuna del Huehue" y una fotografía:

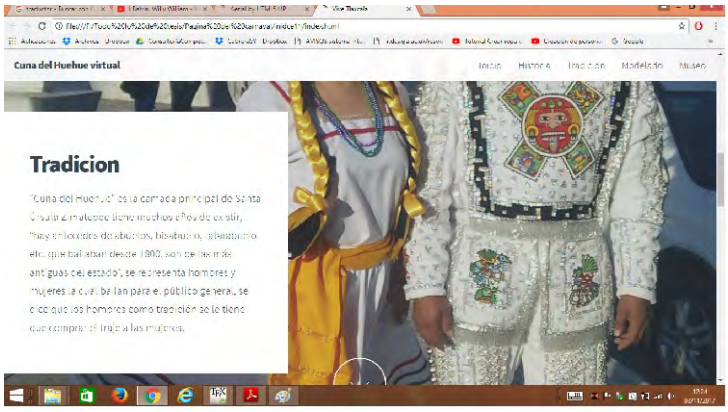


Figura 3. Menu de la Tradición

Modelado.- Se mostrara detalles de modelados y cada uno de los accesorios de la camada "Cuna del Huehue".

Figura 4. Menu del Modelado

El recorrido virtual cuenta con detalles importantes del tradicional carnaval, dando énfasis en la camada Cuna del huehue.

Figura 5. Entrada del recorrido virtual Cuna del Huehue

Las máscaras es un accesorio típico del carnaval, estas son labradas en maderas de cedro y colorín, cada una de ellas es modelada de acuerdo a la cara de la persona que la usará, es un trabajo artesanal que tarda aproximadamente 30 días en elaborarse, las máscaras representan a hacendados de la época del Porfiriato. A lo largo del recorrido virtual se presentan máscaras como la que se muestra en la Figura 6.

Figura 6 Máscara del Huehue

Durante el recorrido virtual hay galerías fotográficas con camadas de huehues de diferentes años, por lo que se puede apreciar la majestuosidad de los vestuarios.

Figura 7 Galeria fotografica

6. Pruebas y Resultados

Durante las pruebas se realizaron revisiones a los Modelos 3D, en este caso se revisó que no tuvieran algún error, así como también se revisó cada estructura de los modelados incluyendo al entorno virtual, las posibles fallas de los audios y video dentro del Proyecto. De igual manera se le realizó la prueba a la base de tele transportación hacia las distintas salas del museo dando como resultado la transportación del avatar.

7. Conclusiones

Al desarrollar el proyecto tenemos hemos podido trabajar de cerca con Realidad Virtual. La Realidad Virtual es muy útil hoy en día para comprender de manera más fácil y eficaz diferentes temas, además de poder conocer objetos que no se encuentran fácilmente en la vida real. Se tiene el conocimiento de museos en 3D sobre diferentes lugares del mundo, lo cual esta captando el interés de la gente.

En general, Blender y Unity cumplieron las expectativas, ya que ambas herramientas son viables para el desarrollo de Realidad Virtual.

Referencias

1. Mateus Sandra P. y Giraldo Jorge E. (2012), Diseño de un Modelo 3D del Politécnico Colombiano Cadavid Mateus Jaime Isaza, Información Tecnológica Vol. 23 Nº 3 – 2012, doi: 10.4067/S0718-07642012000300012 .

2. Mora Lumbreras Marva Angélica, Hernández Flores Josué, Guzmán Héctor Sánchez, Sánchez Chimal Christian Eduardo, Santacruz Olmos Carlos, Montiel Hernández Juventino, Video game: Tlaxcala, the origin, 23rd. International Conference on Electronics, Communications and Computing, Publisher: IEEE Computer Society, IEEE Catalog Number: CFP13363-CDR, ISBN: 978-1-4673-6154-5, Pp. 13-16, General Chair Jose-Luis Vazquez-Gonzalez, 2013.

3. Aguilar López Jose Luis (2012), Predicción de la respuesta sísmica de un edificio colonial del siglo XVI por medio del método de los elementos finitos, considerando su estado actual de daño (tesis), Instituto Politécnico Nacional,

4. Mora Lumbreras Marva Angélica, Martínez Varela Alvaro Jair, López Rafael Iván, Meza Alvarado Carlos Alberto (2015), Realidad Virtual, big data y tecnología virtual educativa, Editorial, Universidad Autónoma de Tlaxcala pág. 52-72, ISBN: 978-607-8432-28-

5. Amparo Sevilla, Hilda Rodríguez, Elizabeth Cámara (1985), Danzas y bailes tradicionales del estado de Tlaxcala, México, Editorial La Red de Jonás.

6. Color y Ritmo en el carnaval de Tlaxcala (2000), en: Contexto, Suplemento semanal de El Sol de Tlaxcala, domingo 27 de febrero de 2000.

7. Hernández Xochitiotzi Desiderio (1994). Orígenes del carnaval en Europa, México y Tlaxcala. En: El sol en la cultura, suplemento de EL Sol de Tlaxcala 13 y 20 de febrero de 1994.

8. Juárez Muñoz, Francisco Xavier (2000). Historia del ahorcado en carnaval; síntesis de una tradición popular en Tlaxcala. En: Contexto, Suplemento semanal de El Sol de Tlaxcala, domingo 27 de febrero de 2000.

9. Ramos de Temolín Isaura (1997). Danzas de carnaval en Tlaxcala. Tlaxcala. H. Ayuntamiento de Tlaxcala, Col. Testimonios.

IZTATL

COMPUTACIÓN