Metamodelo del Proceso de Incubación de Empresas: Componente Especificación de Etapas, Requisitos según Modelo FURPS+ y Criterios del Producto

Yusneyi Y. Carballo Barrera
Centro de Enseñanza Asistida por Computador, CENEAC, Facultad de Ciencias, UCV.
Caracas, Venezuela
yusneyi.carballo@ciens.ucv.ve

Augusto Alberto Nichols
Postgrado Sistema de Información y Gerencia, Escuela de Computación, Facultad de Ciencias, UCV.
Caracas, Venezuela
anicholsven@gmail.com

Resumen **- Una incubadora de empresas es un modelo de gestión donde se asiste a emprendedores y sus proyectos, ayudando a las nuevas empresas a sobrevivir y crecer durante las etapas vulnerables del arranque. Presenta necesidades específicas que requieren de una infraestructura de tecnología de información que soporte un conjunto de funcionalidades de apoyo, además de una metodología que oriente el desarrollo de las actividades del proceso. Contar con una aplicación de incubación de empresas automatizada, en línea y de acceso abierto, beneficiará a los actores facilitando el acceso a recursos, servicios de soporte, acompañamiento en línea, conectividad y el desarrollo de redes en el marco de un ecosistema emprendedor. Las organizaciones que desarrollan programas de apoyo a emprendedores también se benefician, al permitir la trazabilidad o seguimiento del avance de los proyectos en las distintas etapas del proceso de incubación y considerar la especificación de indicadores y recopilación de información asociada, que pueda luego ser analizada para mejorar procesos, servicios y productos. Considerando estos aspectos, el objetivo de este artículo es especificar un conjunto de requisitos funcionales y no funcionales para aplicaciones informáticas de apoyo al proceso de incubación de empresas aplicando la clasificación del modelo FURPS+[19]. El principal aporte es una identificación de requisitos relacionados con las funcionalidades o servicios del producto, la usabilidad, fiabilidad, rendimiento, aspectos de calidad, soporte, diseño e implementación, interfaces, empaquetamiento, licenciamiento, distribución, y posibles limitaciones asociadas al hardware; una especificación más completa, no solo de aspectos metodológicos o técnicos centrados en el desarrollo de herramientas que integrarán el software.**

Palabras Clave - Emprendedor; Gestión de Procesos de Innovación; Requerimientos FURPS+ en Procesos de Emprendimiento; Metamodelo del Proceso de Incubación de Empresas.

I. INTRODUCCIÓN

La motivación inicial para realizar esta investigación es la inexistencia de una aplicación informática en línea donde se combinen estrategias de gestión, datos y herramientas que soporten el proceso de incubación de empresas. Luego de la revisión de experiencias de incubación de empresas que se han desarrollado alrededor del mundo, metodologías, modelos, informes, sitios web, además de encuestas realizadas en Venezuela, se observa la inexistencia, al menos para la fecha, de una aplicación informática en línea y de acceso abierto que soporte el proceso de incubación de empresas en forma integral. Si bien existen sitios web como *Venture Institute*, *Business Model Innovation Hub* o *MOO Startup Toolkit* entre otros [1][2][3], que son plataformas de apoyo a la innovación, comunidades y foros especializados en modelos de negocio o que ofrecen herramientas para emprendedores, se requiere de aplicaciones informáticas de acceso abierto, con funcionalidades, servicios y productos de apoyo para las diversas necesidades de los actores que interactúan en un proceso de incubación.

Se observa la conveniencia del desarrollo de plataformas que faciliten el acceso virtual a programas de incubación de empresas, tanto por la eficiencia en sus procesos como en la efectividad que reflejan las estadísticas, ya que se superan limitaciones temporales y de localización geográfica. La Incubación de Empresas, como modelo de negocio, ha demostrado ser un modelo de negocio exitoso en la consolidación de proyectos y el aumento de la tasa de sobrevivencia de las empresas. La *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) indica que la tasa de supervivencia de las empresas que participan en un proceso de incubación es del 80% al 85%, en contraste con el 30% a 35% de supervivencia de las empresas que no participaron [4]. La Asociación Americana de Incubación de Empresas (NBIA, *National Business Incubation Industry*, a partir del 2015 conocida como InBIA, *International Business Innovation Association*) indica en estadísticas presentadas en el "*2012 State of the Business Incubation Industry*" que un 47% de las incubadoras operan en áreas urbanas, 28% en áreas rurales y 25% están localizadas en áreas sub-urbanas, incrementándose la participación de las incubadoras que operan en áreas rurales y sub-urbanas respecto a 2006, cuando los porcentajes eran 53%, 27% y 20% respectivamente [5][6], lo cual indica una ampliación en su rango geográfico y que no necesariamente se ubican en ciudades.

En consecuencia, esta investigación se enfoca de manera integral en el análisis del proceso de incubación de empresas, la especificación de los principales conceptos para su dominio de conocimiento, de sus etapas, principales procesos y actividades. Se busca definir un metamodelo que aporte lineamientos para guiar la construcción de aplicaciones informáticas orientadas a la gestión del proceso de incubación,

considerando relaciones entre actividades, actores, recursos, requerimientos e indicadores.

El objetivo puntual de este artículo es **especificar los requisitos**, también referidos como requerimientos (*requeriments*), que indican las capacidades y condiciones con las cuales debe ser conforme el software [17] de las aplicaciones de soporte al proceso de incubación de empresas, **utilizando la clasificación del modelo FURPS+** [18][19].

El metamodelo creado en la investigación se complementa con tres componentes: (1) Modelo Conceptual, que incluye la especificación de los principales conceptos para este dominio de conocimiento y la definición de la ontología de dominio OMBI (*Ontology Metamodel for Business Incubation*); (2) Modelo de Negocios, que describe los elementos clave mediante los cuales una incubadora de empresas desarrolla negocios, crea y proporciona valor para sus beneficiados y relacionados, y (3) Modelo de Procesos, utilizando diversos artefactos de la Ingeniería de Software para especificar requerimientos, funcionalidades, actividades, interrelaciones entre actores, recursos de información, productos e indicadores involucrados en las etapas del proceso de incubación. Estos componentes, productos parciales de una investigación doctoral, han sido documentados y divulgados a través de distintos artículos. [20][21]

II. Especificación de las Etapas del Proceso de Incubación de Empresas

En el proceso de incubación de empresas se guía el desarrollo de proyectos, asesorando, aplicando ajustes y financiando parcial o completamente su creación, desarrollo y consolidación, partiendo de ideas de emprendimiento hasta llegar a empresas potencialmente exitosas. Los actores participantes en el proceso de incubación reciben, recopilan y a la vez transmiten el saber hacer (*know how*) en las diversas áreas de conocimiento involucradas en el proyecto que se está emprendiendo.

Al ofrecer servicios, financiamiento, asesoría y plataforma se crea un ambiente que Zilleruelo [7] define como un ecosistema asociado al emprendimiento. En este ecosistema observamos la interacción de intereses, información, conocimiento y requerimientos entre emprendedores, asesores, proveedores, financistas, accionistas, usuarios, potenciales clientes, mercados, banca, entes públicos, privados y reguladores.

Se requiere así organizar las actividades por los cuales pasa el proyecto o empresa en las etapas de incubación, las cuales pueden variar en nombre o número según el modelo utilizado. Por ejemplo, la Asociación Americana de Incubación de Empresas (NBIA) presenta un modelo con tres etapas: Pre-Incubación, Incubación y Post-Incubación [8]; el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey presenta un modelo organizado en cuatro etapas: Promoción y Evaluación, Pre-Incubación, Incubación y Post-Incubación [9]; mientras que Nichols [10] organiza el proceso de incubación en cinco etapas, Promoción y Evaluación, Pre-Incubación, Incubación, Seguimiento y Post-Incubación. Si bien estas etapas describen progresivamente los distintos estados del proceso de incubación, cada organización que lo implementa les asigna una duración, los organiza, reagrupa o divide en función de su metodología de trabajo, los objetivos específicos que persigue y la naturaleza de los proyectos que incuba.

En el Metamodelo del Proceso de Incubación de Empresas se ha decidido utilizar una organización de cinco etapas en lugar de sólo tres, llamadas Promoción y Selección, Pre-Incubación, Incubación, Seguimiento y Post-Incubación (ver TABLA I). Esta disgregación permite una descripción y modelado más detallado de los elementos de información para cada etapa, identificado los principales procesos, actores involucrados, documentos gestionados, indicadores de interés que permiten obtener variables asociadas a desempeño, información de entrada, de salida y resultados esperados en cada etapa, además de insumos para la etapa siguiente.

TABLA I. ETAPAS DEL METAMODELO DEL PROCESO INCUBACIÓN DE EMPRESAS (IE) [11]

1 1 a 2 meses máximo	**Promoción y Selección** En esta etapa la incubadora de empresas desarrolla la actividad de Promoción, presentando sus servicios y haciendo la convocatoria a una campaña de incubación, generalmente anual o bianual. Disponiendo de una plataforma en línea, la promoción podría ser una actividad continua. Se avanza luego a la actividad de Evaluación y Selección, en la cual las iniciativas o proyectos recibidos son evaluados y se realiza un diagnóstico para la aceptación o rechazo de las iniciativas, en función de su factibilidad y relación con los intereses de la incubadora. Las actividades y servicios de esta etapa están orientados a la **selección inicial de los proyectos**.
2 entre 2 y 3 meses	**Pre-Incubación** Los proyectos aceptados o prospectos se incorporan a la incubadora de empresas y reciben servicios integrales de tutoría, asesoría, consultoría, formación, enlaces de negocios, con promotores e inversores de capital. Las actividades y servicios de esta etapa están orientados al **soporte y capacitación para la elaboración del plan de negocio**, herramienta útil para analizar aspectos claves en la creación de una nueva empresa.
3 entre 12 y 18 meses	**Incubación** Etapa donde se ofrecen servicios integrales de tutoría, asesoría, formación, enlaces de negocios, con promotores, inversores de capital y financistas, contactos con usuarios y potenciales clientes, proveedores e incubandos graduados. Las actividades y servicios de esta etapa están orientados a **desarrollar en los incubandos capacidades, habilidades y estrategias diversas** y orientar en el proceso de **operación y desarrollo de la empresa** que materializa el proyecto. Se concreta con la **graduación de la empresa** o con su rechazo.
4 entre 1 y 6 meses	**Seguimiento** Se ofrecen servicios especializados orientados a **apoyar la consolidación de las operaciones de la empresa**, además de **establecer alianzas** y contacto con inversores que potencien o aceleren su crecimiento. En esta etapa se desarrollan actividades de seguimiento que monitorean la supervivencia de la empresa.
5 entre 6 y 12 meses	**Post-Incubación** Se ofrecen servicios integrales de asesoría, consultoría, formación, enlaces de negocios, con inversores de capital y financistas, contactos con clientes y proveedores e inclusión en redes de incubandos y ecosistemas de producción. En esta etapa se ofrecen servicios de asesoría profesional e integral enfocadas en la **búsqueda de nuevos clientes, nuevos mercados e incluso la internacionalización** de la empresa.
Capacitación, Soporte, Asesoría, Interconexión, Gestión de Información, Recopilación de Indicadores, Evaluación Actividades con servicios que se brindan a lo largo de todo el proceso de incubación de empresas.	

Estas etapas están compuestas por macro actividades, las cuales a su vez se desarrollan mediante actividades más específicas. También se requieren actividades de desarrollo continuo durante todo el proceso de incubación.

Se han considerado esquemas del proceso de incubación de sólo cuatro etapas, ver Figura 1, terminando con el Seguimiento y sin considerar la Post-Incubación, siendo actividades constantes la capacitación y la gestión del financiamiento. Posteriormente Nichols propone un esquema con una etapa inicial orientada principalmente a la evaluación de las propuestas de proyectos, incorporando la etapa de Post-Incubación y con actividades continuas de entrenamiento y gestión de disponibilidad de recursos financieros [10].

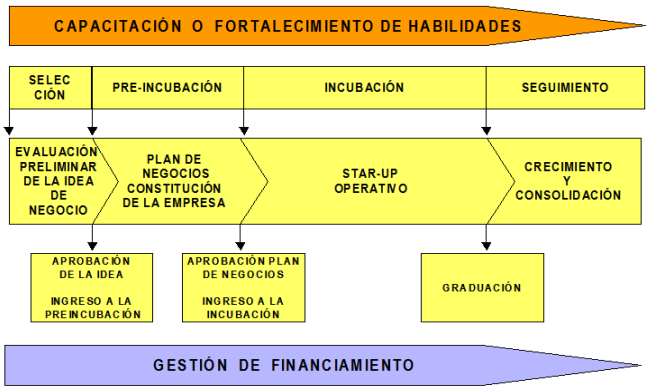

Figura 1. Etapas del proceso de Incubación de Empresas utilizadas por la Corporación de Investigación Tecnológica de Chile (CITC) [12]

En la Figura 2 se puede observar un esquema resultante de la revisión de propuestas previas realizadas por CITC [12], Carballo [13] y Nichols [10], mostrando la interrelación entre cada una de las cinco etapas (en color naranja), las macro actividades principales (en amarillo) y actividades de ejecución continua (en azul). En este esquema las macro actividades se concretan en productos e hitos importantes en el avance del proyecto, desde una idea preliminar hasta consolidarse como una empresa.

Las actividades continuas tienen una visión más integral sobre los requerimientos de todo el proceso, incluyendo la gestión de información, capacitación, asesoría, levantamiento de indicadores de gestión, evaluación de indicadores, evaluación de procesos, apoyo (financiero, infraestructura e interconexión), además de la retroalimentación constante entre la incubadora de empresas y los actores.

En la **etapa 1, Promoción y Selección**, destacan las macro actividades de promoción de la incubadora y su campaña, la convocatoria, la postulación de proyectos y registro de información, la presentación de la idea o proyecto inicial, el análisis de factibilidad, la aprobación (o descarte de la idea) y el avance a la próxima etapa; siendo la gestión de información y la evaluación de los proyectos postulados, actividades transversales en toda la etapa.

En la **etapa 2, Pre-Incubación**, destacan las macro actividades de elaboración y presentación del plan de negocio, modelo de negocio, documentos y contratos iniciales. El plan de negocio es evaluado a fin de seleccionar los proyectos que avanzarán a la próxima etapa, entrando propiamente en incubación, o serán rechazados, saliendo de la incubadora. En esta etapa, la actividad continua más importante es la ayuda de asesores pertenecientes al equipo de la incubadora y/o asesores externos, los cuales orientan y capacitan a los postulantes en la elaboración del plan de negocios entre otros recursos.

En la **etapa 3, Incubación**, destacan las macro actividades de creación y registro de la empresa, registro de marcas o propiedad intelectual, desarrollo del plan operativo de la empresa, arranque de operaciones y ajuste de procedimientos. Entre las actividades continuas destacan la asesoría, seguimiento y evaluación. Se aplica el baremo correspondiente que permitirá conocer las empresas que cumplieron con las metas de incubación y pueden graduarse, además de avanzar a la próxima etapa. También se conocen las empresas que cumplen parcialmente y son candidatas a un programa de aceleramiento, así como las empresas que no pueden graduarse y deben salir de la incubadora.

En la **etapa 4, Seguimiento**, destacan las macro actividades orientadas a potenciar el crecimiento de la empresa, la mejora de procesos y la presentación de productos o servicios. Se desarrollan planes de aceleración y optimización. La asesoría y el establecimiento de redes (*networking*) son actividades continuas importantes a fin de establecer convenios, alianzas o fusiones estratégicas. Finalmente, se aplica la evaluación que permite saber si la empresa avanza a la última etapa, con potencial de internacionalización.

En la **etapa 5, Post-Incubación**, las macro actividades buscan la globalización de la empresa, ampliar su red de contactos y la internacionalización de la marca, productos o servicios. No siempre puede lograrse la internacionalización de la empresa, ya que entra en juego características de sus productos o servicios, aspectos legales, regulaciones nacionales e internacionales, oportunidad en el mercado o la situación económicos del momento, entre otros factores.

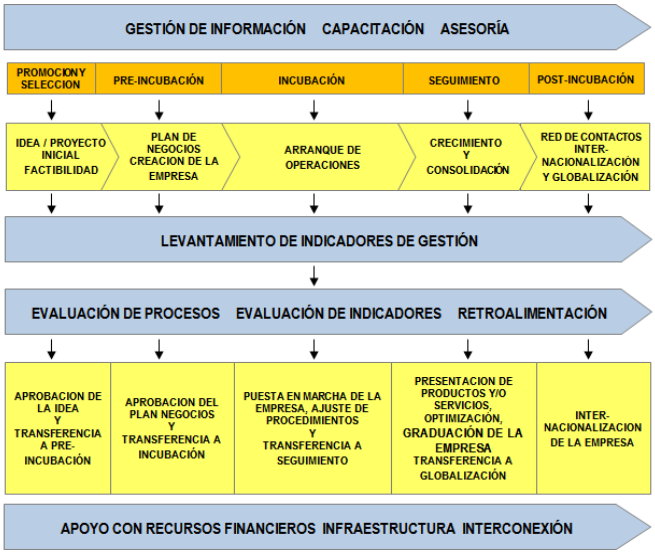

Figura 2. Etapas y macro actividades propuestas para el Metamodelo de Incubación de Empresas

Continuando con la especificación general de las etapas, se procedió a identificar siete elementos principales: procesos, actores involucrados, documentos generados y gestionados, información de entrada, de salida, resultados principales e indicadores para el seguimiento de cada etapa.

A manera de ejemplo, en la Tabla II y la Tabla III se especifican estos siete aspectos para las etapas de Pre-Incubación e Incubación. En la Figura 3 se muestra un diagrama con la secuencia de las principales macro actividades y la participación de actores para la etapa de Pre-Incubación.

TABLA II. METAMODELO IE: IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS CLAVE PARA LA ETAPA DE PRE-INCUBACIÓN [11]

Etapa 2. Pre-Incubación	
A. Procesos • Creación del Plan de Negocio de la empresa • Creación del Modelo de Negocio • Presentación del Plan y Modelo de Negocio • Evaluación del Comité • Rechazo o avance a la siguiente etapa: Incubación • Actualización del expediente del proyecto, sus archivos, documentos e indicadores	**B. Actores** • Personal de la Incubadora de Empresas • Postulantes • Asesores • Evaluadores • Inversionistas
C. Documentos • Plan de Negocio de la empresa • Modelo de Negocio • Talleres, manuales y presentaciones para la capacitación de los postulantes (estructura del plan de negocio, marco legal, mercadeo, fuentes de financiamiento, contabilidad, valoración de empresas, promoción y proyección en redes sociales, …) • Contrato de servicios entre la Incubadora de Empresas y la empresa incubada • Baremo de evaluación de la etapa de Pre-Incubación, considerando: – Resultados de la evaluación del Plan y Modelo de Negocio – Presentación al Consejo Directivo • Test de evaluación de la etapa de Pre-Incubación • Resultados de la evaluación, por evaluador y evaluación final del proyecto en esta etapa • Documentación de causales de rechazo del plan de negocio y sugerencias de mejora	**E. Entradas** • Listado de proyectos aprobados • Especificación o resumen del proyecto **F. Salidas** • Listado de Incubandos: proyectos aprobados y promovidos a etapa de Incubación • Listado de proyectos rechazados • Plan de Negocio de la empresa **G. Resultados principales** • Plan de Negocio y Modelo de Negocio de la empresa • Evaluación por proyecto
D. Indicadores • Cantidad de proyectos recibidos • Cantidad de asesores participantes • Tiempo promedio requerido para la creación del plan de negocio • Tiempo promedio en el asesoramiento del plan de negocio • Tiempo promedio en la evaluación del plan de negocio • Tiempo promedio para el desarrollo de las actividades en la etapa • Cantidad de documentos recibidos y procesados • Cantidad de actividades de capacitación por tipo • Cantidad de actividades de soporte y de asesoría • Cantidad de planes de negocio aprobados • Cantidad de planes de negocio rechazados • Cantidad de proyectos con financiamiento solicitado • Cantidad de proyectos con financiamiento aprobado • Cantidad de proyectos promovidos a la siguiente etapa: Incubación • Identificación de las causales de rechazo del plan de negocio • Áreas de acción de los proyectos promovidos a Incubación	

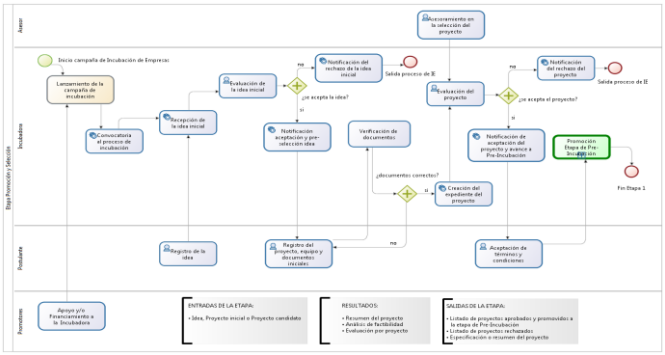

Figura 3. Metamodelo IE: Principales procesos, actores y actividades de la etapa 2, Pre-Incubación

TABLA III. METAMODELO IE: IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS CLAVE PARA LA ETAPA DE INCUBACIÓN [11]

Etapa 3. Incubación	
A. Procesos • Creación de la empresa, concretándose en la redacción y registro mercantil del Acta Constitutiva, entre otros documentos • Inicio de operaciones • Ajustes en procesos, actividades, productos y/o servicios • Evaluación del Comité del desempeño de la empresa en la etapa • Evaluación de necesidad de participación en Programa de Aceleración (eventualmente) • Rechazo y salida del Proceso de Incubación • Graduación y avance a la siguiente etapa: Seguimiento • Actualización del expediente de la empresa, sus archivos, documentos e indicadores	**B. Actores** • Personal de la Incubadora de Empresas • Incubandos • Redes de Incubados y Graduados • Asesores • Evaluadores • Promotores de la Incubadora (comunidad, academia, gobierno regional/central) • Inversionistas
C. Documentos • Plan de Negocio y Modelo de Negocio de la empresa • Documentos de creación de la empresa, principalmente: – Registro Mercantil – Constancias de registro y solvencias (entre otras, IVSS, INCE, SENIAT, RIF, BANHAVIT) – Patentes e impuestos municipales • Registro de marca o registro de propiedad intelectual sobre procesos, productos o servicios (si aplica) • Procesos de Negocio, especificación y diagramas de flujo de procesos • Plan Operativo y cronograma de actividades • Formulario de registro y seguimiento de procesos • Tablas de evaluación y ajuste de procesos • Programa de Aceleración para la empresa • Baremo de evaluación de la etapa de Incubación • Test de evaluación de la etapa de Incubación • Resultados de la Evaluación, por evaluador y evaluación final de la empresa para esta etapa	**E. Entradas** • Listado de empresas en etapa de Incubación • Plan de Negocio de la empresa **F. Salidas** • Plan de Ajuste para los procesos de la empresa • Informe de Graduación • Listado de empresas graduadas y promovidas a etapa de Seguimiento • Listado de empresas incorporadas en Programa de Aceleración • Listado de empresas que no superan la etapa de Incubación **G. Resultados principales** • Documentos constitutivos de la empresa • Registro de Marca y Propiedad Intelectual (si aplica) • Implementación y ajustes del Plan Operativo • Implementación del Plan de Evaluación y ajuste de procedimientos

D. Indicadores

- Cantidad de empresas recibidas
- Cantidad de asesores participantes
- Cantidad de inversores involucrados
- Monto de la inversión promedio por proyecto
- Participación por tipo de inversor
- Monto de inversión realizada
- Tiempo promedio para el registro y creación de la empresa
- Tiempo promedio para el registro de marcas y propiedad intelectual
- Tiempo promedio de participación en el Programa de Aceleración
- Cantidad de documentos recibidos y procesados
- Cantidad de procesos desarrollados por proyecto y porcentaje de avance
- Cantidad de empresas promovidas a la siguiente etapa: Seguimiento
- Cantidad de empresas incluidas en Programa de Aceleración
- Áreas de acción de las empresas promovidas a etapa de Seguimiento
- Otros indicadores de gestión particulares o específicos del proyecto …

La especificación de las etapas también incluyó el diseño de distintos artefactos que desde el enfoque de la Ingeniería de Software pueden utilizarse para orientar el desarrollo de funcionalidades que apoyen actividades del proceso de incubación. Entre los artefactos elaborados se incluyeron diagramas de casos de uso, de actividades, de clases y relaciones, y un modelo de referencia de una arquitectura general del sistema. En la Figura 4 se muestra un ejemplo de estos artefactos, el diagrama de actividades para la etapa de Promoción y Selección.

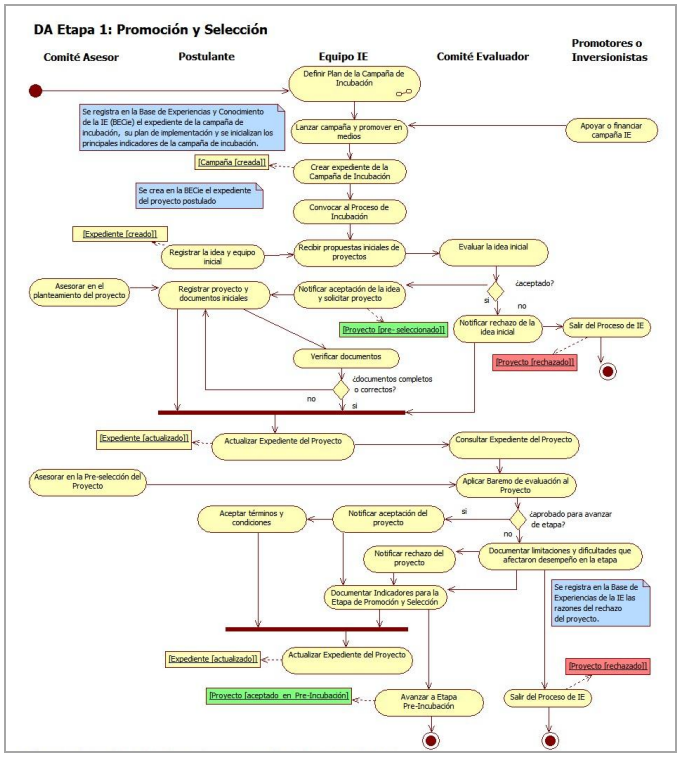

Figura 4. Metamodelo IE: Diagrama de actividades de la etapa 1, Promoción y Selección

Estos mecanismos de representación se corresponden con diversos artefactos del Proceso Unificado de Desarrollo de Software que se incluyen en las disciplinas Modelado del Negocio, Requisitos y Diseño. Para los diagramas se utilizaron según el caso los estándares de notación OMG-BPMN 2.0 y OMG-UML. [14] [15] [16]

II. Especificación de Requisitos según Modelo FURPS+

La especificación de requisitos, en algunos casos referidos como requerimientos (*requeriments*), indica las capacidades y condiciones con las cuales debe ser conforme el software o más ampliamente, el proyecto de desarrollo de un sistema [17].

Pueden especificarse agrupándolos en las categorías de requisitos funcionales y requisitos no funcionales, o puede utilizarse un esquema como el modelo FURPS+ que incluye características de ambas categorías.

El modelo FURPS original fue elaborado por Robert Grady y Deborah Caswell en 1987 [18] incorporando un conjunto de atributos o características, por sus siglas en inglés: ***F**unctionality* (Funcionalidad), ***U**sability* (Usabilidad), ***R**eliability* (Confiabilidad o Fiabilidad), ***P**erfomance* (Rendimiento o Prestaciones), ***S**upportability* (Soporte). En 1992, Grady presenta en la obra *"Practical Software Metrics for Project Management and Process Improvement"* una extensión, desarrollada para Hewlett-Packard y utilizada ampliamente en la industria del desarrollo de software [19]. Este es el modelo conocido como *FURPS+ System for Classifying Requirements*, donde se extiende el modelo inicial con otras características o atributos relacionados con diseño, implementación, interfaz, empaquetamiento y distribución, aspectos de operación del software, de plataforma física, legales, entre otros.

Para el metamodelo se especificaron requisitos asociados a características FURPS+, específicamente aspectos funcionales, usabilidad, fiabilidad, rendimiento, soporte y características asociadas a aspectos de diseño e implementación, interfaz, empaquetamiento, formas de distribución o licenciamiento de los productos desarrollados y restricciones impuestas por la plataforma de hardware o restricciones físicas.

A continuación se describen los **requisitos FURPS** del Metamodelo del Proceso de Incubación de Empresas:

A. **Funcionalidades** (***F**unctional*)

Incluye las principales características del producto, capacidades e incluso aspectos de acceso y seguridad; pueden ser funcionalidades específicas a un módulo o funcionalidades generales a todo el sistema.

La aplicación informática que forma parte del sistema de apoyo al proceso de incubación de empresas debe:

- Permitir la representación de diversos tipos de usuarios con sus respectivos perfiles de acceso
- Limitar el acceso a áreas de información, repositorios y funcionalidades a los usuarios previamente registrados y autorizados
- Permitir el acceso libre a secciones públicas del sistema, incluyendo información de referencia sobre la incubadora de empresas y la campaña de incubación

- Incorporar opciones para crear, consultar y administrar el expediente del proyecto, del equipo emprendedor y de la campaña de incubación
- Permitir definir áreas de acción para una campaña de incubación específica y clasificar los proyectos según las mismas
- Incorporar opciones para consultar indicadores de gestión, estadísticas, estatus del proyecto o de la empresa en incubación
- Generar y presentar los indicadores a través de la emisión de reportes
- Permitir adjuntar documentos y hojas de cálculo en archivos en formato abierto y/o portable
- Permitir exportar datos de indicadores, estadísticas, resultados de evaluaciones e informes en formato de texto o mediante hojas de cálculo en archivos formato abierto y/o portable
- El Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) y el Manejador Documental, a integrar como parte del sistema, deberán controlar el acceso a la información según el perfil del usuario, así como gestionar la concurrencia de las transacciones de varios usuarios sobre un recurso
- Incorporar mecanismos de gestión de cambios, gestión de versiones y gestión de disponibilidad que minimicen el impacto de interrupciones planeadas y no planeadas
- Desarrollarse con una arquitectura que permita la actualización del software sin interrumpir la operación del sistema
- Desarrollarse siguiendo estándares y metodologías de desarrollo, por ejemplo, los estándares de la IEEE (1074 -1997, 830-1998, SWEBOK), Modelo de Entrega por Etapas, Desarrollo Basado en Componentes, Protocolo SOAP
- Incorporación de lineamientos de usabilidad y accesibilidad
- Separación de componentes del *backend* y *frontend*.

B. **Usabilidad** (***U****sability*)

Involucra la interacción con el usuario, diseño de interfaz, consistencia de la interfaz, documentación de la aplicación, ayuda al usuario, entre otros.

La aplicación informática que forma parte del sistema de apoyo al proceso de incubación de empresas debe:

- Tener una interfaz que facilite visualizar la información de las distintas etapas en que participa un proyecto o empresa durante la campaña de incubación
- Incluir elementos de interfaz que faciliten la carga, edición, revisión, respaldo, exportación y eliminación de datos o archivos
- Utilizar iconografía o etiquetas que facilite diferenciar los distintos estatus asociados a un proyecto o los documentos que lo acompañan: pre-aceptación, pre-aprobación, en revisión, aceptación, aprobación, rechazo, devolución, en revisión, en incubación, graduado, en seguimiento, entre otros
- Actualizar el estado del proyecto automáticamente al realizarse un avance de etapa
- Tener un diseño consistente en los elementos de interfaz correspondientes a los módulos de cada una de las cinco etapas
- Utilizar patrones y plantillas en su diseño, a fin de poder hacer una verificación previa de la interfaz de las aplicaciones e incorporar los ajustes pertinentes
- Permitir el envío de notificaciones asociadas a las actividades de la incubadora y también a los procesos, tareas y cambios de estatus de los proyectos
- Incorporar en el diseño y desarrollo del sistema lineamientos de Accesibilidad Web WCAG 2.0 de la W3C.

C. **Fiabilidad** (***R****eliability*)

Capacidad de recuperación y manejo de fallos, disponibilidad de la aplicación, precisión en cálculos, entre otros.

La aplicación informática que forma parte del sistema de apoyo al proceso de incubación de empresas debe:

- Realizar un cálculo consistente de los indicadores de gestión, además de actualizarlos con el avance del proyecto por las distintas etapas del proceso de incubación
- Tener mecanismos de respaldos adicionales para los indicadores, estadísticas, la Base de Experiencias y Conocimientos de la Incubadora (BECie) y su repositorio de documentos, no solo estar almacenados en el servidor de la aplicación
- Tener la capacidad de recobrar la información ante fallos sin que se pierdan los datos o con la mínima pérdida posible, incorporando mecanismos de resiliencia en el software y respaldo redundante
- Poder recuperarse antes fallos de hardware, software o conexión a red, accediendo a sistemas alternos o de respaldo configurados para minimizar la pérdida de datos y de transacciones
- Incorporar una arquitectura HADR (*High Availability Disaster Recovery)*, entre otros esquemas, para brindar una solución de alta disponibilidad ante fallas parciales o totales de los servidores.

D. **Rendimiento** (***P****erformance*)

Uso de recursos, tiempo de disponibilidad de servicios, tiempos de respuesta de los procesos, tiempo de recuperación ante fallos, generación de resultados con precisión en un tiempo aceptable, entre otros.

Entre los requisitos asociados a este atributo destacan:

- El SGBD del sistema debe tener la capacidad de acceder a grandes volúmenes de información de una forma eficiente
- El Manejador Documental debe poder gestionar grandes volúmenes de archivos y sus versiones en forma eficiente, concurrente y segura
- Incorporar en el sistema una arquitectura HADR para minimizar los tiempos de recuperación ante fallos, garantizar la replicación de la información y la disponibilidad del sistema
- Incorporar algoritmos de compresión de imágenes y documentos.

E. **Soporte** (***S**upportability*)

Capacidad de mantenimiento, facilidad de configuración, adaptabilidad, compatibilidad, escalabilidad, capacidad de prueba, instalación, entre otros.

Debe considerarse en el diseño y desarrollo del sistema:

- La gestión de usuarios y la configuración de parámetros del a través de un usuario administrador
- Posibilidad de parametrizar algunas funcionalidades
- Poder configurar los tipos de documentos que pueden subirse o adjuntarse y su tamaño máximo
- La realización de pruebas de desempeño, diseñadas para medir tiempos de respuesta ante requerimientos del usuario
- Realizar pruebas de carga, incluyendo la realización de tareas de trabajo diario (consultas, actualizaciones, inserciones y eliminaciones de registros) en simultáneo con procedimientos que consuman recursos, por ejemplo, una carga masiva de datos o un acceso concurrente de gran cantidad de usuarios al sistema.

Entre los atributos *Plus* y requisitos no funcionales del metamodelo destacan:

F. **Diseño e Implementación** (*Design & Implementation*)

Consideran el uso de hardware, software o estándares que pueden guiar las opciones de diseño del sistema, limitaciones en el uso de recursos, lenguajes, herramientas de hardware, acceso desde múltiples dispositivos, sistema en línea o que no requieren conexión a redes (*on-line/off-line*), entre otros.

Considerar en el desarrollo de la aplicación informática:

- Utilizar plantillas, patrones o vistas, con el fin de unificar el diseño de interfaz
- Desarrollar una aplicación que sea utilizada en línea y a través de un navegador web
- Diseñar una interfaz que permita el uso de la aplicación desde múltiples dispositivos
- Privilegiar el uso de herramientas, librerías (bibliotecas de código o *frameworks*), tecnologías y manejadores de código abierto
- El SGBD debe soportar lenguajes de consulta y de modelado de datos que permita definir estructuras, acceder a los datos y manipularlos, además de ser software libre
- Modelar procesos de negocios utilizando notación estándar, por ejemplo, *UML Business Modeling* y/o *Business Process Modeling Notation* (BPMN)
- Utilizar marcos de trabajo o *frameworks* de software libre para la creación de modelos de procesos de negocio y flujos de procesos
- Incorporar lineamientos para la gestión de proyectos del PMI-PMBok y principios de gestión, entre otros, los lineamientos ITIL.

G. **Interfaz**

Requisitos asociados a la interacción del sistema con elementos externos con los cuales debe compartir información, limitaciones en los formatos que pueden ser utilizados, entre otros.

Considerar en el desarrollo de la aplicación informática:

- Cada módulo debe poder compartir información con el módulo previo y siguiente, de existir, a fin de garantizar el flujo de información generada en las etapas
- Los módulos deben generar datos y artefactos con información que posiblemente debe compartirse con la etapa siguiente, por lo tanto es importante su interfaz de comunicación
- Generación y lectura de códigos de barra y códigos QR que faciliten reconocer, recuperar y compartir información
- Generación de notificaciones que puedan ser difundidas mediante correo electrónico y redes sociales
- Utilizar plantillas, patrones o vistas, con el fin de unificar el diseño de interfaz
- Desarrollar una aplicación que sea utilizada en línea y a través de un navegador web.

H. **Empaquetamiento** (*Packing*)

Formas de distribución del código y las actualizaciones de la aplicación, licenciamiento, instalación, entre otros.

Considerar en el desarrollo de la aplicación informática:

- Distribución del código sobre plataforma web, facilitando la distribución de actualizaciones y versiones
- Licenciamiento para el uso, copia, distribución o explotación comercial del sistema, su contenido o sus componentes, bajo un enfoque por determinar, considerando entre otras las opciones *OpenSource*, MIT, GPL (*GNU General Public License*) y variantes, o las licencias CC (*CreativeCommons*).

I. **Físicos** (*Physical*)

Restricciones impuestas por el hardware utilizado para el almacenamiento y ejecución del sistema.

La arquitectura de hardware del sistema debe:

- Considerar el uso de servidores separados, sean virtuales o físicos para las aplicaciones, bases de datos, base de experiencias y conocimientos de la incubadora (BECie) y repositorios.
- Tener una configuración de una arquitectura basada en *clúster* o en HADR conformada por varios equipos con una configuración de memoria y procesadores conveniente, entre otros:
  - Servidores web y data center
  - Servidores de balanceo de carga
  - Servidor de archivos o repositorio
  - Servidor para la base de datos transaccional y el almacén de datos
- Enlace a red con un ancho de banda suficiente para tener una conectividad conveniente y dispositivos de control de acceso.

Finalmente, es conveniente reseñar que adicional al uso de modelos como el FURPS+, se pueden incorporar distintos artefactos para documentar los requisitos y funcionalidades de un sistema o software, por ejemplo, los Modelos de Casos de Uso (UC); los documentos de Requisitos de Nivel de Servicio (SLR), el Catálogo de Servicios y los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) de ITIL; o el Documento de Especificación de Requisitos de Software (SRS) del estándar IEEE 830-1998.

III. Criterios del Producto y Referentes de Validación

Así como se definen requisitos, también es conveniente establecer un conjunto de criterios asociados a los productos elaborados, los cuales pueden ser validados para asegurar que se alcanzan los componentes y atributos apropiados.

Considerando el Metamodelo del Proceso de Incubación de Empresas como un producto, se definieron nueve criterios y sus correspondientes elementos de validación, los cuales se indican en la Tabla IV.

Tabla IV. Criterios de validación para el Metamodelo IE [11]

Criterio	Referentes de validación definidos por los investigadores
1. Apoyar la definición de modelos de negocio para nuevas empresas involucrando el enfoque de Incubadoras de Empresas	1.1. Identificación, descripción de etapas, actividades, actores y buenas prácticas a utilizar 1.2. Incorporación de lineamientos y buenas prácticas de incubación recomendadas por individuos, organizaciones, empresas, centros de investigación y universidades 1.3. Incorporación en el metamodelo de características positivas de las experiencias analizadas
2. Representar procesos, actores y roles	2.1. Representaciones abstractas de los principales actores y procesos involucrados en el ecosistema de incubación de empresas 2.2. Especificación de una taxonomía para la representación de los principales conceptos y términos del dominio 2.3. Uso de diversos mecanismos de representación, mapas mentales, diagramas, esquemas, casos de uso
3. Incorporar indicadores de gestión	3.1. Identificación de los principales indicadores utilizados en las experiencias de incubación 3.2. Definición en el metamodelo de los indicadores de gestión que la incubadora debe cumplir 3.3. Definición en el metamodelo de indicadores de gestión por etapa, relacionados con el desempeño de los incubandos y su avance del proceso 3.4. Generación de informes de indicadores de gestión
4. Guiar el desarrollo de una aplicación informática en forma iterativa e incremental, orientada al soporte del proceso de incubación de empresas y la gestión del proyecto de incubación	4.1. Seguimiento de los estándares recomendados en esta investigación para la especificación de los elementos del ciclo de vida del software y el desarrollo de aplicaciones informáticas, especialmente estándares de la IEEE, ISO o W3C 4.2. Seguimiento de los estándares recomendados para la gestión de proyectos y gestión de sistemas de información, entre otros, lineamientos y especificaciones incluidos en el PMI-PMBOK o el marco de gestión de servicios ITIL
5. Permitir la implementación de las etapas en módulos configurables, portables, adaptables y documentados	5.1. Seguimiento de los estándares recomendados en la investigación 5.2. Uso de las metodologías de desarrollo de software, entre otras, Modelo de Entrega por Etapas o Desarrollo Basado en Componentes 5.3. Uso de marcos de trabajo o *frameworks* orientados al desarrollo de software modular y bajo arquitectura en capas 5.4. Desarrollo de simulaciones de procesos y/o prototipos de aplicaciones
6. Automatizar el flujo de procesos, información y datos	6.1. Uso de notación estándar para el modelado de procesos de negocios y de procesos, entre otras BPMN y UML *6.2.* Uso de marcos de trabajo o *frameworks* para el modelado de procesos, por ejemplo, soluciones integradas, motores de simulación y despliegue de procesos incluidas en aplicaciones como *Bizagi Process Modeler* o *Bonita BPM Community* 6.3. Desarrollo de prototipos donde se verifique la gestión y flujo de documentos
7. Usar software libre	7.1. Verificación de las herramientas utilizadas en la especificación del metamodelo y sus principales artefactos 7.2. Verificación de las herramientas que se utilicen para la implementación de incubadoras virtuales y sus servicios

8. Apoyar la reutilización de componentes	8.1. Incorporar librerías existentes para la implementación de los módulos, procesos o servicios de cada etapa 8.2. Combinar módulos ya desarrollados o utilizar componentes existentes (*factoring*), entre otros, librerías, módulos SOAP, CORBA, servicios web, servicios RESTful
9. Demostrar aplicabilidad del metamodelo	9.1. Iteraciones de revisión, modificación, mejora de componentes del metamodelo 9.2. Uso del metamodelo propuesto para el desarrollo parcial o total de prototipos o simulaciones de módulos de las etapas 9.3. Traza de la información compartida en los módulos que implementan las etapas del proceso de incubación

En la medida en que el metamodelo propuesto en esta investigación sea utilizado para crear aplicaciones informáticas que soporten el proceso de incubación, se espera observar algunos indicadores de impacto o beneficios traducidos principalmente en:

Potencial incremento de productividad, porque aplicar el metamodelo en la creación de incubadoras de empresas virtuales permitirá el desarrollo de campañas de incubación con procesos de promoción y selección más frecuentes. Si se considera que la campaña duraría un máximo 2 años, potencialmente se puede recibir un mayor el número de postulaciones en el lapso de cada campaña, con un mayor número de proyectos en incubación y más graduandos en menor tiempo, mejorando entre otros, el indicador proyectos_postulados / empresas_graduadas.

Posible reducción del porcentaje de mortalidad en las empresas, ya que el metamodelo considera en todas las etapas el desarrollo continuo y transversal de actividades de acompañamiento, asesoramiento y levantamiento de indicadores. El metamodelo también incluye en el ecosistema de incubación diversos actores que forman una red de trabajo (*networking*) enfocada en potenciar la posibilidad de éxito y crecimiento de las empresas, además de planes de aceleración, crecimiento y consolidación.

Posible disminución en costos de infraestructura, ya que las incubadoras virtuales a desarrollar siguiendo el metamodelo se orientan a aprovechar las plataformas y servicios de las TI, la Web 2.0 y los servicios en la nube (*cloud computing*), en resumen, el apoyo a los incubados explotando las ventajas de Internet y su alcance mundial, sin que necesariamente deba realizarse una inversión en infraestructura física para el "alojamiento" de los incubados que redunda en inversiones cuantiosas.

Hasta el momento de la publicación de este artículo, las especificaciones incluidas en el metamodelo para cada etapa, la identificación de requisitos según el modelo FURPS+ y la definición de criterios de validación, han guiado el desarrollo de tres aplicaciones informáticas para apoyar servicios y procesos en las etapas de iniciales de Promoción y Selección, Pre-Incubación, Incubación, módulos desarrollados en el marco de tesis de grado de la Especialización en Sistemas de Información y Gerencia del Postgrado en Ciencias de la Computación. [23] [24] [25]

IV. CONCLUSIONES

En la actualidad las incubadoras de empresas son organizaciones de diversa naturaleza, públicas, privadas, mixtas, organizaciones sin fines de lucro, cooperativas, fundaciones, asociaciones, cámaras de empresarios o industriales, entre otras. En general desarrollan un proceso de incubación organizando las actividades en tres, cuatro o cinco etapas, las cuales son identificadas comúnmente como Promoción, Pre-Incubación, Incubación, Seguimiento, Post-Incubación, siendo las etapas de Seguimiento y Post-Incubación opcionales, así como los procesos de Aceleración o Internacionalización de las empresas. El tiempo de incubación oscila entre un año como mínimo para micro proyectos en áreas tradicionales de negocios, microempresas y PyMES, hasta cinco años en los modelos con etapas de seguimiento, internacionalización y post-incubación más complejas. El promedio en los modelos y experiencias consultadas es de tres años.

Los modelos para incubación de empresa deben ser sistemas de soporte que involucren un diverso grupo de actores, trabajando en equipo en actividades claves que generen servicios y productos con valor agregado para todos los involucrados o *stakeholders*, considerando la gestión de conocimientos y de recursos bajo un enfoque de manejo de riesgos.

Desarrollar aplicaciones para soportar este modelo orientado al emprendimiento requiere la identificación de requisitos funcionales (RF), asociados a las operaciones o funciones del software, indicando los servicios que proveerá el sistema, y en algunos casos, indicando explícitamente lo que el sistema no debe hacer. También se necesita la identificación de requisitos no funcionales (RNF) que generalmente aplican a cualidades del sistema en su totalidad, más que a las funciones específicas que proporciona. [22]

Si bien existen distintos artefactos utilizados para documentar los RF y RNF de un sistema o software (entre otros, modelos de Casos de Uso, documentos de Requisitos de Nivel de Servicio, Catálogo de Servicios, Acuerdos de Nivel de Servicio, o el Documento de Especificación de Requisitos de Software), el aporte potencial de este trabajo es la identificación de importantes requisitos a considerar en el desarrollo de aplicaciones informáticas que den soporte al proceso de incubación de empresas, utilizando un modelo que toma en cuenta aspectos relacionados con las funcionalidades o servicios del producto, usabilidad, fiabilidad, rendimiento, soporte, diseño e implementación, interfaz, empaquetamiento, licenciamiento, distribución, y posibles limitaciones asociadas al hardware. Utilizar el modelo FURPS+ de Grady [19] aporta una especificación de requisitos más completa que incluye capacidades y cualidades funcionales y no funcionales.

Desarrollar aplicaciones que soporten los requerimientos del proceso de incubación se traduce en apoyar un modelo de gestión que ha demostrado ser útil en el desarrollo de proyectos o empresas comerciales y de interés social, aumentando las tasas de éxito y favoreciendo el emprendimiento.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Universidad Central de Venezuela, la Fundación CLEI Venezuela y la Asociación para el Avance de la Ciencia (AsoVAC) por el apoyo para la asistencia a eventos donde se realizó la divulgación de la investigación.

REFERENCIAS

[1] Venture Institute, http://institute.vc/incubadorag

[2] Business Model Innovation Hub, http://businessmodelhub.com

[3] MOO Startup Toolkit, https://www.moo.com/us/startup-business-toolkit.

[4] OECD, *Business Incubation: International Case Studies*. Organisation for Economic Co-operation and Development, 1999.

[5] L. Knopp, *Solid Growth, 2006 State of the Business Incubation Industry*. NBIA Review, vol. 23, no. 4, pp. 16, 2006.

[6] L. Knopp, *State of the Business Incubation Industry*. Athens, Ohio: NBIA Publications, 2012.

[7] C. Zilleruelo, *Ecosistema para la Innovación y Emprendimiento Colciencias.* City of Knowledge: Panamá, Mayo 2011, http://slideplayer.es/slide/2552128.

[8] M. Erlewine y E. Gerl, *A Comprehensive Guide to Business Incubation*. Athens, Ohio: National Business Incubation Association (NBIA), 2004.

[9] ITESM, *Incubadora de Empresas del ITESM*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, http://incubadorasmty.com

[10] A. Nichols, *Business Incubators: An Effective Business Model in Latina America. Business Incubators New Development Method*. Saarbrucken (Germany): LAP Lambert Academic Publishing. ISBN: 978-3-8465-1924-0, 404 p, 2011.

[11] Y. Carballo-Barrera, *Desarrollo de un Metamodelo para Aplicaciones Informáticas que soporten el Proceso de Incubación de Empresas*. Tesis Doctoral (Postgrado en Ciencias de la Computación). Caracas (Venezuela): Universidad Central de Venezuela. 211 p. 2016.

[12] CITC, *Portal de Incubación de Negocios*. Corporación de Investigación Tecnológica de Chile, http://www.portalincubacion.cl

[13] Y. Carballo-Barrera, *Estudio y Propuesta de una Guía para el Desarrollo de Incubadoras de Negocios. Caso de Estudio: Incubadora Preséntalo.com*. Trabajo de Grado (Maestría en Ciencias de la Computación). Tutor: Dr. Alberto Augusto Nichols. Caracas (Venezuela): Universidad Central de Venezuela. 120 p. 2005.

[14] I. Jacobson, G. Booch, y J. Rumbaugh, *The Unified Software Development Process*. Addison-Wesley, 1999.

[15] OMG-BPMN2, *Documents Associated with Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0*, http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/

[16] OMG-UML, *OMG Unified Modeling Language (OMG UML)*. Object Management Group, http://www.omg.org/spec/UML/2.5/Beta1

[17] C. Larman, *UML y Patrones: Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al Proceso Unificado*, Madrid: Prentice Hall - Pearson Educación, 2003.

[18] R. Grady y D. Caswell, *Software Metrics: Establishing a Company-wide Program.* NJ: Prentice Hall, 1987.

[19] R. Grady, "*Practical Software Metrics for Project Management and Process Improvement*". NJ: Prentice Hall, 1992.

[20] Y. Carballo-Barrera y A. Nichols, *Metamodelo del Proceso de Incubación de Empresas: Componente Modelo de Negocio*. Memorias del IV Simposio Científico y Tecnológico en Computación, SCTC 2016, 09 al 19 de mayo de 2016, Universidad Central de Venezuela, Caracas – Venezuela. ISBN: 978-980-12-8407-9, pp. 59-70, 2016. Disponible en: http://www.sctc.org.ve/2016/memorias/

[21] Y. Carballo-Barrera y A. Nichols, *Propuesta de Metamodelo del Proceso de Incubación de Empresas: Componente Modelo Conceptual y ontología asociada*. Enviado para arbitraje a la Revista Ventana Informática, Universidad de Manizales, Colombia. Fecha envío: 22-Enero-2016. Aceptado: 28-Agosto-2016. Esperando publicación.

[22] P. Eeles, *IBM developerWorks*. Capturing Architectural Requirements, http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/4706.html

[23] Y. Ramos, *Automatización de la Fase de Promoción y Evaluación*. Trabajo de Grado (Especialización en Sistemas de Información y Gerencia, Postgrado en Ciencias de la Computación). Tutor: Dr. Alberto Augusto Nichols. Caracas (Venezuela): Universidad Central de Venezuela. 2014.

[24] Y. Guillermo, *Automatización de la Fase de Pre-Incubación del Proceso de Incubación de Empresas*. Trabajo de Grado (Especialización en Sistemas de Información y Gerencia, Postgrado en Ciencias de la Computación). Tutor: Dr. Alberto Augusto Nichols. Caracas (Venezuela): Universidad Central de Venezuela. 2014.

[25] A. Barceló, *Automatización de la Fase de Incubación del Proceso de Incubación de Empresas*. Trabajo de Grado (Especialización en Sistemas de Información y Gerencia, Postgrado en Ciencias de la Computación). Tutor: Dr. Alberto Augusto Nichols. Caracas (Venezuela): Universidad Central de Venezuela. 2014.