

Desarrollo de Aplicaciones Usando Modelos de Procesos Flexibles

Maria Guevara, Dinarle Ortega, Argenis Guerrero
maigualidaguevara@gmail.com, dinarleortega@gmail.com, ajguerrero.88@gmail.com

Departamento de Computación, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela

Resumen: La presente investigación aborda el desarrollo de una Aplicación de Flujo de Trabajo usando un Modelo de Procesos Flexibles, el cual promueve mayor facilidad y menor tiempo para plasmar durante el diseño del proceso, los cambios en respuesta a las variaciones del entorno, utilizando patrones workflow y algunos métodos para el modelado de la flexibilidad, empleando el estándar BPMN (Business Process Modeling Notation). Se utiliza como estudio de caso el proceso “Gestión del Requisito Obligatorio Apreciación Cultural de los planes de estudio de pregrado de la FaCyT (Facultad de Ciencia y Tecnología)”. La metodología de desarrollo de la Aplicación es una instanciación de RUP incorporando algunos aspectos de BMM (Business Modeling Method).

Palabras Clave: Modelos de Procesos Flexibles; Flexibilidad en Tiempo de Diseño; BPMN; Aplicación de Flujo de Trabajo.

Abstract: This research addresses the development of a Workflow application using a Flexible Process Model, which promotes an easier and less time consuming way to translate required changes into the model, as response to the environment variations during the design process, using workflow patterns and some methods for flexibility modeling with the BPMN (Business Process Modeling Notation) standard. It is used as a case study the process “Management of the Cultural Appreciation Mandatory Requirement of the FaCyT undergraduate curricula.” The development methodology is a RUP instantiation, incorporating some aspects of BMM (Business Modeling Method).

Keywords: Flexible Process Models; Design Time Flexibility; BPMN; Workflow Application.

I. INTRODUCCIÓN

Un problema común en los proyectos de desarrollo de software es la inconformidad de los usuarios respecto al producto final; el mismo no es capaz de reflejar la realidad organizativa ni brindar soporte a las actividades como se espera. Diversas causas influyen: los requisitos no han sido bien capturados, no se ha entendido el problema, o la complejidad y dinámica de las reglas de negocio obliga a una constante readaptación del software.

Por otro lado, en la actualidad se ha extendido el enfoque de desarrollo de software partiendo de procesos de negocio bien definidos [1][2]. De ahí, la importancia de establecer con detalle los procesos de negocio en los cuales la organización sustenta su adecuado funcionamiento. Es por ello, que la disciplina de modelado de procesos de negocio ha captado atención en la comunidad de investigación de desarrollo de software, ya que asume como parte de sus premisas, que al disponer de una especificación o modelo de proceso, es posible obtener un conjunto importante de requisitos para el desarrollo de aplicaciones de software, de igual forma es la oportunidad de realizar transformaciones sucesivas del modelo, hasta

alcanzar un modelo de proceso ejecutable, con lo cual se apresura también el desarrollo [1][3][4].

Los procesos de negocio dentro de la organización evolucionan a través de los años. Adicionalmente, los entornos de las organizaciones se han vuelto más complejos y cambiantes [5], siendo deseable que la especificación de sus procesos contemple características ó elementos propios de flexibilidad para tener capacidad de adaptación efectiva ante necesidades imprevistas.

De modo que, en este trabajo se investigó sobre cómo especificar modelos procesos de negocio flexibles expresados con el estándar BPMN (Business Process Modeling Notation), que puedan ser interpretados por herramientas para la gestión de procesos de negocio o BPMS (Business Process Management Suite), y de esta manera agilizar el desarrollo de sistemas basados en modelos de procesos. Se utilizó como estudio de caso el proceso “Gestión del Requisito Obligatorio (RO) Apreciación Cultural de los planes de Estudio de FaCyT” de la Universidad de Carabobo, dada su importancia para la administración de los Planes de Estudios y la naturaleza variable de aspectos que lo afectan.

El modelo de proceso flexible expresado en BPMN obtenido en esta investigación, constituye la base para el desarrollo de una Aplicación de Flujo de Trabajo que le brinda soporte automatizado, incluyendo abstracciones para responder a los cambios frecuentes. Para esto, se utilizan algunos patrones workflow para su realización [6] y métodos para el modelado de la flexibilidad [7].

Para guiar el desarrollo de la aplicación de flujo de trabajo a partir del modelo de proceso flexible de Gestión del RO Apreciación Cultural, se instancia RUP (Rational Unified Process) [8] incorporando algunos aspectos de BMM (Business Modeling Method) [9]. Se emplea El BPMS Bonita Open Solution [10] del cual destacamos el ambiente para obtener un modelo de proceso ejecutable y el motor de flujo de trabajo para su ejecución.

II. MODELOS DE PROCESOS DE NEGOCIO FLEXIBLES

Un proceso de negocio es una composición de actividades que, de forma conjunta, colaboran para alcanzar un objetivo común [11]. Adicionalmente, si se desea que éste responda de manera ágil en un entorno cambiante, se debe incluir algunos elementos de flexibilidad en su definición [2].

El término de flexibilidad en los procesos de negocio es mencionado frecuentemente, siendo difícil de comunicar en términos concretos y cuantificables lo que realmente es y qué implica [4][12]. Son muchas las definiciones, y significativas las investigaciones sobre técnicas para su manejo, por ende, dependiendo de la definición asumida, así será manejada y modelada la flexibilidad [13].

La flexibilidad en un proceso, podría expresarse como la adaptación a los cambios en función de tres dominios [12]:

- Tiempo: realizarlo más rápidamente.
- Costo: disminuir la utilización de los recursos.
- Facilidad: responder a los cambios con menor esfuerzo.

El dominio de la Facilidad se puede formular en términos de: cambiar el menor número de elementos, lograr una modularidad adecuada donde el impacto de los cambios se focalice e incorporar nuevos requisitos con poco esfuerzo y rapidez.

El modelo de proceso de negocio flexible que se elabora en esta investigación, está basado en los dominios de Facilidad y Tiempo. En la Figura 1, de elaboración propia, se muestra los tres dominios en función de los cuales se puede expresar la flexibilidad; el área sombreada indica los dominios contemplados.

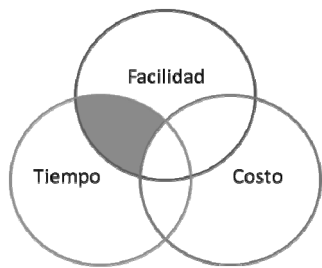


Figura 1: Dominios para Expresar la Flexibilidad en los Procesos

De igual importancia, se supone establecer la definición del término procesos de negocio flexible, la cual es producto de la consideración de diversas investigaciones [14][15]: Un proceso de negocio es flexible, si tiene la capacidad de cambiar sin ser reemplazado completamente, es decir, alterar una sección o parte del proceso con el menor impacto, esfuerzo y tiempo, cuando en la organización se producen cambios operacionales y/o funcionales.

Los modelos de Procesos de Negocio y en particular, los flexibles se pueden expresar usando notaciones estándares como BPMN porque: (1) provee los elementos para expresar situaciones o variaciones que afectan el flujo normal del proceso, a través de la especificación de caminos alternativos de ejecución, y (2) dispone de la capacidad para modelar eventos y puntos de decisión exclusivos para la diversificación del flujo.

Adicionalmente, se debe utilizar técnicas que facilitan las abstracciones de la flexibilidad, es decir, elementos sintácticos y constructos de BPMN, patrones, métodos y principios de diseño.

A. Flexibilidad en Tiempo de Diseño

La flexibilidad ha sido estudiada tanto en términos de los factores que la motivan como de las formas para lograrla en los procesos de negocio. Se ha clasificado en su mayoría desde una perspectiva del control del flujo [6], proponiendo distintas opciones de realización. Puede definirse en tiempo de Diseño ó en tiempo de Ejecución, dependiendo de la naturaleza del entorno en el que se desenvuelve el proceso, por lo cual demanda comprender las variaciones y perturbaciones que podrían afectarlo.

En el caso de la flexibilidad en tiempo de diseño las variaciones pueden anticiparse y pre-definirse; por tanto, la respuesta a la flexibilidad se plasma en el modelo del proceso expresado con BPMN. Estudiando las variaciones en el entorno se ha de proporcionar alternativas de ejecución utilizando variantes del constructo de elección para la especificación de caminos alternativos. Así que, se requiere identificar las variaciones de forma exhaustiva, definir las claramente, que sean mutuamente excluyentes y que los puntos de decisión estén perfectamente representados [14].

No siempre, se puede prever todas las posibilidades de ejecución, y tratar de describirlas totalmente, incrementa la complejidad del modelo resultante [6]. En este sentido, el uso de algunos patrones workflow constituye opciones de realización para modelar la flexibilidad en tiempo de diseño [6], estos son:

- Paralelismo: ejecutar un conjunto de tareas en paralelo.
- Elección: seleccionar una o más tareas para la ejecución posterior.
- Iteración: ejecutar repetidamente una tarea.
- Entrelazado: ejecutar cada tarea, de un conjunto de ellas, en cualquier orden.
- Múltiples instancias: múltiples instancias concurrentes de una tarea.
- Cancelación: retirar una tarea en ejecución.

Además, para el modelado de este tipo de flexibilidad, se precisaron un conjunto de métodos con base en los principios de granularidad y modularidad. Estos métodos consideran que, la aplicación razonable de los principios mencionados, reduce considerablemente el Tiempo y aumenta la Facilidad para reflejar los cambios. Con la granularidad (nivel de detalle) se asegura que el análisis de impacto de los cambios y su verificación, sea más rápido y sencillo, ya que es posible visualizar en detalle una parte específica del proceso; y con la modularidad, se asegura que los cambios necesarios no afecten al proceso completo.

B. Métodos para el Modelado de la Flexibilidad

Esta sección incluye los métodos investigados y aplicados para el modelado de flexibilidad.

1) *Jerarquía de Procesos*: Al establecer cierta jerarquía para el proceso se promueve los beneficios de utilizar los principios de granularidad y modularidad. Así, el modelo de proceso estará organizado jerárquicamente en tres niveles: proceso de negocio, flujo de trabajo del proceso (secuencia detallada de las actividades del proceso especificado en el primer nivel) y procedimientos/tareas del negocio (procedimientos necesarios para ejecutar las actividades en el flujo de trabajo del proceso). La Figura 2 ilustra los niveles [7].

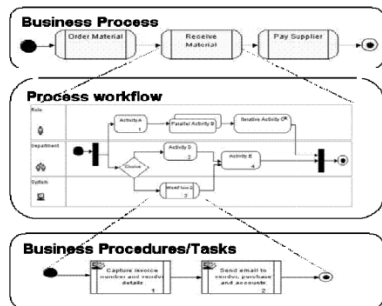


Figura 2: Jerarquía de Procesos

2) *Elementos Condicionales*: disminuir el uso de las rígidas rutas predefinidas, y por el contrario, proporcionar varias rutas y alternativas de ejecución haciendo uso de elementos condicionales expresados en términos de constructos básicos para el control, divergencia y convergencia de la secuencia. De esta manera se incorpora flexibilidad en el modelo de proceso.

3) *Reglas del Negocio*: las Reglas del Negocio son una colección de políticas aplicadas en una organización y que rigen su funcionamiento, restringiendo, condicionando y/o controlando el dominio en el que opera el proceso y su ejecución. La variabilidad en dichas Reglas incide en la necesidad de diseñar un proceso flexible. Es por ello, que son implementadas como decisiones IF/THEN, definidas usando conectores (secuencia, división paralela, elección exclusiva). La incorporación de decisiones infunde el comportamiento al modelo del proceso. Igualmente, la consideración de las Reglas del Negocio permite la modelación del segundo nivel de la jerarquía de procesos.

4) *Normas*: reflejan las prácticas y/o tareas dentro de una organización, así como, las regularidades en el

comportamiento de los miembros de la misma que coordinan sus acciones.

La aplicación de los métodos enumerados, permite la captura de cuatro dimensiones diferentes de flexibilidad, señaladas como las formas para abordar el problema de flexibilidad desde una perspectiva de modelado en tiempo de diseño.

- Flexibilidad en la secuencia del proceso: Facilidad de cambio en la secuencia o programación de las actividades.
- Flexibilidad de las reglas de negocio aplicables: cambios en la normativa, las reglas y regulaciones de negocios, la adaptación de las nuevas políticas.
- Prácticas flexibles: Capacidad de incorporar nuevas prácticas y métodos de trabajo.
- Flexibilidad en el manejo de excepciones de procesos: Facilidad de elegir soluciones que más se corresponden con el problema y el contexto actual.

Las dimensiones asumidas en esta investigación y los métodos aplicados se indican en las celdas grises de la Tabla I tomada de [7].

Tabla I: Dimensiones de Flexibilidad Consideradas en la Investigación y los Métodos de Modelado Aplicados

Dimensiones de flexibilidad	Métodos de modelado
Flexibilidad en la secuencia del proceso	Jerarquía de procesos. Elementos condicionales.
Flexibilidad en las reglas del negocio	Captura de las reglas del negocio
Prácticas flexibles	Tareas del negocio. Normas.
Flexibilidad en el manejo de excepciones (anticipadas)	Elementos condicionales, Reglas Normas

C. BPMN y la Flexibilidad

BPMN [16] se utiliza como notación para la especificación dada su capacidad para modelar flexibilidad en los procesos de negocio. En este sentido resaltan los siguientes aspectos: (1) permite expresar distintos niveles de abstracción (hasta el nivel inferior de tareas), esencial para establecer la jerarquía de procesos; (2) los constructos *Eventos* y *Gateways*, su amplia diversidad, la semántica que indica su comportamiento, entre otros, permiten modelar las opciones de realización mencionadas (paralelismo, entrelazado, cancelación, etc.) propuestas por [6], en tiempo de diseño y abarcar adecuadamente las dimensiones de flexibilidad seleccionadas; (3) la existencia de una amplia gama de herramientas/entornos BPMs (Business Process Management) que permiten la transformación del modelo BPMN para una subsecuente implementación, tal es el caso de Bonita Open Solution.

En cuanto a los Eventos y Gateways se precisa lo siguiente:

- Eventos intermedios: para indicar cuando algo sucede/ocurre después de que un Proceso ha comenzado y antes de que haya finalizado.
- Gateways basado en eventos: para representar un punto de bifurcación alternativo donde la decisión está basada en

Eventos que pueden ocurrir, en vez de condiciones orientadas a datos.

III. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE USANDO RUP Y BMM

En esta investigación se utilizó una instanciación de RUP complementada con actividades y artefactos del método BMM, para guiar el desarrollo de la aplicación de flujo de trabajo con un enfoque basado en procesos. Específicamente se adecuó la disciplina Modelado del Negocio de RUP con el método BMM, de donde resalta el artefacto BPD (Business Process Diagram) elaborado o Modelo de Proceso Flexible, expresado en BPMN, el cual constituye una base para la extracción de los requisitos del sistema. Asimismo, dicho modelo es posteriormente refinado y transformado en un Modelo de Proceso Ejecutable empleando funcionalidades del BPMS (BPM Suite) Bonita Open Solution.

Dado que, el alcance de este trabajo es desarrollar una aplicación para brindar soporte al proceso Gestión del RO (Requisito Obligatorio) Apreciación Cultural bajo un enfoque flexible, más no es, realizar un modelo de negocio completo de la organización Coordinación de Cultura (describir todos los procesos que coexisten en ella), el método BMM es instanciado de manera que incluya los aspectos de interés para el problema.

En la Tabla II se presenta las actividades y artefactos más significativos de la instanciación de RUP complementado con BMM.

IV. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Esta sección describe la experiencia de desarrollo de la aplicación; en particular se proporcionan detalles de algunas actividades y artefactos de las fases de Inicio, Elaboración y Construcción, que abarcan aspectos significativos para el diseño del modelo de proceso flexible y su transformación en un Modelo de Proceso Ejecutable (o Aplicación de Flujo de Trabajo), por razones de espacio.

En este punto, es oportuno indicar las razones por las cuales se estudia el proceso “Gestión del Requisito Obligatorio Apreciación Cultural de los planes de estudio de pregrado de la FaCyT”. La Facultad está conformada por un conjunto de procesos administrativos, académicos, entre otros. En cuanto a los académicos el proceso en estudio está sujeto a cambios frecuentes, porque la Coordinación de Cultura encargada de su administración, continúa en búsqueda de captar el interés y lograr una participación más activa del estudiante, por tanto realiza ajustes frecuentes en su planificación, desarrollo, y modificaciones en los mecanismos de evaluación. Así mismo, las habituales reformas en los planes de estudio de pregrado de la FaCyT y el variable número de estudiantes con opción de cursar el RO, son razones que aunadas a las antes nombradas, demandan cambios.

A. Fase de Inicio

Esta subsección presenta algunos de los artefactos elaborados.

Expresión del Dominio de la Organización y Contexto del Proceso.

Apreciación Cultural engloba un conjunto de actividades para la promoción cultural dentro de la facultad, dichas actividades favorecen la realización satisfactoria del RO a la vez de incentivar el interés por la cultura e incorporarla al quehacer académico de manera integral.

Nombre, ubicación y descripción de la organización.

La Coordinación de Cultura es una unidad adscrita a la Dirección de Extensión de la FaCyT que tiene como misión la planificación, desarrollo y difusión del quehacer cultural en la misma para el logro de una participación activa por parte del estudiantado en el proceso de formación académica.

Funciones de la Organización.

La Coordinación de Cultura tiene entre sus funciones:

- Preparación de la logística para eventos especiales de carácter artístico y cultural.
- Planificación y desarrollo de actividades de formación y de manifestación cultural a través de talleres, jornadas, eventos culturales, exposiciones y demás actividades de índole cultural.
- Coordinación y organización de eventos culturales de la Facultad.
- Desarrollo de programas encaminados a la promoción y divulgación de las actividades culturales de Facultad.
- Apoyo en la realización de eventos culturales, artísticos y/o deportivos programados por los Departamentos y la Unidad de Formación Socio-Humanística.

Modelado de Fines y Objetivos de la Organización

El modelo de objetivos se diseñó a partir del análisis de las funciones actuales de la Coordinación de Cultura, y de las unidades o direcciones superiores a las cuales ésta obedece, por cuanto no existe documentación institucional. El conjunto de objetivos formulados incluye la gestión del RO de Apreciación Cultural. La Figura 3 muestra parte del árbol de objetivos.

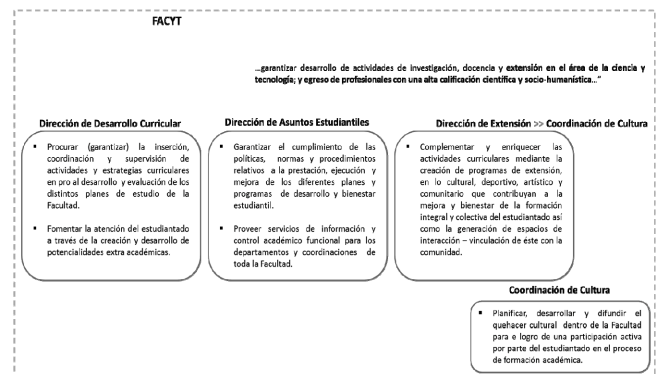


Figura 3: Árbol de Objetivos de La Coordinación de Cultura de la FaCyT

Tabla II: Instanciación de RUP y BMM

INICIO		ELABORACIÓN		CONSTRUCCIÓN		TRANSICIÓN	
MODELADO DEL NEGOCIO		MODELADO DEL NEGOCIO		IMPLEMENTACIÓN		PRUEBAS	
Actividad	Artefacto	Actividad	Artefacto	Actividad	Artefacto	Actividad	Artefacto
Expresión del dominio de organización y contexto del proceso.	Documento textual sobre la realidad de organización y el contexto del proceso.	Registro de nuevos escenarios identificados que denotan flexibilidad.	Lista actualizada de escenarios Identificados	Programación <i>Java</i> actividades proceso y Generación archivos .bar (Un Subproceso/iteración)	Modelo Proceso ejecutable	Elaboración de manual de usuario.	Manual de Usuario para navegación dentro de Aplicación.
				Programación <i>Bonita Solution</i> Interfaz Usuario: formularios y generación archivos .war (Un Subproceso/iteración)	Interfaz Gráfica de Usuario		
		Determinación constructos BPMN que expresen flexibilidad	Constructos de modelado BPMN que expresen flexibilidad	Conexión a Base Datos	Enlaza Base Datos My SQL		
				Creación entorno de ejecución del proceso	Paquete Tomcat: servidor web, motor ejecución Bonita y archivos .war		
Modelado de fines y objetivos de la organización.	Árbol de objetivos.	Modelado de proceso Flexible	BPD Flexible			Realización pruebas de flexibilidad.	Evaluación de flexibilidad usando opciones realización [6]
		REQUISITOS					
		Refinamiento del Documento de Requisitos.	Documento textual de requisitos refinado.			Aplicación métricas para evaluación mantenibilidad [17].	Tabla comparativa versiones modelo para apreciar variabilidad de característica mantenibilidad
Especificación de reglas.	Descripción y categorización de reglas del negocio que rigen a la organización y al proceso	ANÁLISIS Y DISEÑO					
		Actividad	Artefacto				
		Definición de Arquitectura candidata.	Documento Arquitectura Vista Lógica: BPD Flexible refinado nivel procedimientos y tareas (Un subproceso por iteración)				
			Documento Arquitectura Vista Usuarios				
			Documento Arquitectura Vista Implementación				
Vista Datos: Diagrama Entidad-Relación y Modelo Relacional							
Modelado de los procesos.	Lista de Subprocesos identificados Modelo BPMN resaltando subprocesos con técnica coloración.						
Identificación de objetos.	Lista elementos concretos o abstractos circulan entre procesos						
Identificación de Actores.	Descripción de Actores						
Especificación BPMN del proceso. Aplica principios: granularidad y modularidad, método jerarquía de procesos	Diagrama del proceso (BPD).						
REQUISITOS							
Actividad	Artefacto						
Elaboración Documento Requisitos derivados BPD	Documento textual de Requisitos.						

Especificación de Reglas

Las reglas de negocio provienen de la revisión de las bases para el cumplimiento de Apreciación Cultural y de la Normativa de Evaluación de los aprendizajes para los Estudiantes de la FaCyT.

Bhat y Deshmukh [7], proponen una categorización de Reglas del Negocio: Ejecución de proceso, Eventos de Negocios, Reglamentos-y-políticas y Limitaciones; por tanto, se procuró precisar las reglas que rigen el proceso en estudio bajo esta clasificación, a fin de abordar apropiadamente la dimensión de Flexibilidad de las Reglas del Negocio. Además, al aplicar la mencionada categorización, mejoró la comprensión de los criterios de decisión ó condiciones que definen y controlan al proceso durante su ejecución, y proporcionar claridad al momento de plasmar flexibilidad en la secuencia del proceso. Asimismo, asintió el conocimiento sobre la posible modelación del segundo nivel de jerarquía de procesos (flujo de trabajo del proceso).

En vista de que la mayoría de las reglas, constituyen el conjunto de bases establecidas para que el estudiante pueda cumplir satisfactoriamente con el RO, éstas han sido ubicadas principalmente en la categoría de Ejecución de proceso, y modeladas como decisiones para establecer así diversos enrutamientos.

Identificación de Actores

Se analizó cómo la Coordinación de Cultura ejecuta las actividades para dar cumplimiento a lo contemplado en la normativa vigente. De ahí se determinó, que el RO Apreciación Cultural está dirigido al estudiante, quien es el actor principal. La Tabla III contiene los Actores y su breve descripción.

Identificación de Subprocesos

Partiendo de una versión del Modelo de proceso expresado en BPMN, se procede a resaltar en colores la agrupación y relación de actividades que conforman los subprocesos, entre los distintos pools (actores), a lo largo del proceso; con el fin de, facilitar su visualización y apreciar el nivel de abstracción correspondiente a subprocesos, Tabla IV, de conformidad con el método de jerarquía de procesos.

Tabla III: Identificación de Actores del Proceso de Gestión del RO Apreciación Cultural

ACTOR	ROL / DESEMPEÑO: Competencias, habilidades y actitudes:	
Estudiante regular	Inscribirse en cualquiera de los distintos talleres ofertados por la Coordinación de Cultura para dar cumplimiento al RO, recibir notificaciones sobre avances en el cumplimiento del RO, llevar un seguimiento remoto de las actividades.	
Coordinación	Coordinador de Cultura	Vigilar el desarrollo de los talleres ofertados, mediante la generación y análisis de distintos reportes, para visualizar en cualquier momento el estado en que se encuentran los talleres y el estudiantado asistente. Llevar el control de los estudiantes que tienen la obligación de cursar el RO como parte de su plan de estudio así como de los que se han registrado en los distintos talleres.
	Asistente Cultural	Administración, transcripción y verificación de las listas de asistencias recibidas semanalmente (generadas en cada clase dada por parte de un taller), contribuye a minimizar el tiempo dedicado para llevar un control de gestión actualizado del RO.
	Beuario	Asistir a la Coordinación de Cultura en todo lo referente a las actividades que esta realiza con el fin de promover el interés cultural dentro de la facultad. Logística.
Instructor	Dictar los talleres y llevar a cabo la captura de las asistencias de los estudiantes a las clases. Proponer y ejecutar el mecanismo de evaluación final a los estudiantes y dictamina si éste ha aprobado o no.	
Director de Extensión	Ejecutar la política de extensión en la Facultad diseñando planes, programas y proyectos en materia de extensión, para el desarrollo, difusión y promoción de actividades de índole cultural para la comunidad de la FaCyT. Asigna espacios para el desarrollo y manifestación de los talleres dentro de la misma. Supervisar el desarrollo del requisito Apreciación Cultural.	

Tabla IV: Subprocesos Identificados

ORDEN	SUBPROCESO GLOBAL (A NIVEL DEL PROCESO)	SUBPROCESO (A NIVEL DEL POOL)
1	Planificación del Requisito Obligatorio A.C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planificar Módulo (Coordinación)
2	Apertura y ajuste del Requisito Obligatorio A.C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Registrar taller (estudiante) ▪ Ajustar planificación (Coordinación)
3	Desarrollo y seguimiento del Requisito Obligatorio A.C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asistir a clases (estudiante) ▪ Supervisar el desarrollo del Requisito Obligatorio Apreciación Cultural (Coordinación) ▪ Dictar clases (Instructor)
4	Finalización y cierre del Requisito Obligatorio A.C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Organizar presentación final (Coordinación) ▪ Participar en presentación final (Estudiante) ▪ Dirigir presentación final (Instructor)

B. Fase de Elaboración

Constructos de Modelado BPMN que Expresen Flexibilidad

El enfoque de flexibilidad establecido, en tiempo de diseño, se basa en una combinación de tres aspectos: (1) reglas del negocio concebidas como decisiones, descritas en una sintaxis muy cercana al lenguaje natural y separadas lo más posible de los elementos gráficos y de datos persistentes para facilitar los cambios, (2) eventos intermedios (las diversas situaciones que

podrían eventualmente ocurrir, se representan en términos de este constructo) y (3) gateway's (compuertas lógicas para el control de flujo); creando así dentro del modelo BPMN, secciones de flujos de secuencia consideradas flexibles que describen cómo se responde a una variación percibida con anticipación.

En particular, el uso de los distintos tipos de eventos intermedios y gateway's, permite representar flexibilidad en cuanto al control del flujo (divergencia, convergencia, caminos de excepción), además son idóneos para la creación de una serie de caminos alternativos.

Definición de Arquitectura Candidata: Documento de Arquitectura Vista Lógica

La Figura 4 muestra un segmento del Modelo de Proceso Flexible Gestión del RO, se observan tres pools: Estudiante, Coordinación de Cultura e Instructor; también, se distinguen porciones coloreadas y numeradas del BPD, que indican opciones de realización de van der Aalst [6], los métodos de modelado de flexibilidad utilizados y los constructos de la notación BPMN para flexibilizar el modelo de proceso. Por ejemplo:

El Modelo de Proceso Flexible Gestión del RO, está conformado por tres pools: Estudiante, Instructor y Coordinación de Cultura; las Figuras 4 y 5, resaltan porciones numeradas del tercer pool nombrado, indicando opciones de realización, los métodos de modelado de flexibilidad utilizados y los constructos de la notación BPMN empleados. Por ejemplo:

1. Variabilidad en las reglas que definen y rigen la ejecución del proceso, evitando usar valores estáticos y garantizando que puedan ser modificados en cualquier punto del flujo.
2. Uso de compuertas AND para garantizar paralelismo; esto es, ejecución simultanea de tareas o secciones específicas del proceso.
3. Establecimiento de tareas bucles; es decir, realización de una tarea tantas veces se indique.
4. Bifurcación exclusiva del flujo para ejecutar una o varias tareas específicas entre otras más.

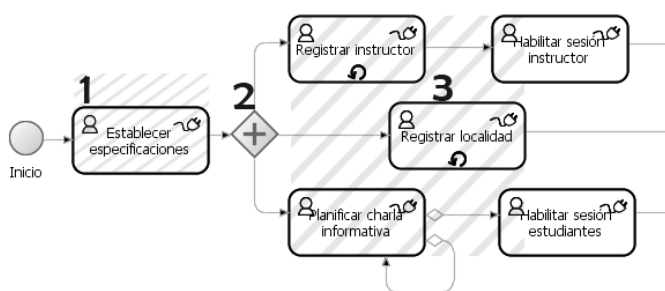


Figura 4: Segmento del Modelo Flexible Señalando con 1, 2 y 3, Variabilidad en las Reglas, Constructo AND y Bucles

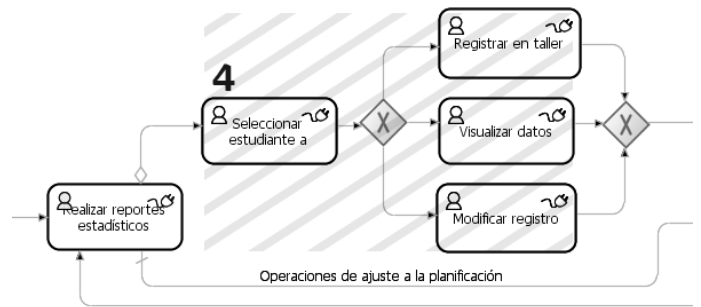


Figura 5: Segmento del Modelo Flexible Indicando con Número 4 Bifurcación

C. Fase de Construcción

Programación Lógica de Actividades del Proceso Usando Java

El motor de Flujo de trabajo de Bonita es un Java API (Application Programming Interface), que permite al usuario interactuar con el proceso. Se cuenta con distintas API's para comunicarse con el motor de Flujo de trabajo, y en este caso, se empleó la API Interface IdentityAPI para la gestión de los usuarios ya que provee métodos para añadir usuarios, manejar los grupos y roles. Cada actividad fue programada individualmente utilizando llamadas a métodos predefinidos en Java para manipular los tipos de datos utilizados, a fin de ser visualizados en los formularios web diseñados para la interacción con el usuario final (experiencia de usuario User XP), así como configurar y establecer los enlaces con la base de datos MySQL creada.

Las funciones de aplicación asociadas al proceso se exportan como un archivo *.bar (conectores, librerías, scripts o secuencias de comando) y como archivo *.war (las aplicaciones definidas como las plantillas HTML), con o sin la información de tiempo de ejecución. Estos archivos constituyen un modelo ejecutable del proceso.

Creación del Entorno de Ejecución del Proceso

El paquete Tomcat contiene tanto el motor de ejecución como el User XP, los archivos *.bar y *.war son exportados a éste paquete, obteniendo así un entorno de ejecución con Bonita.

En el caso de estudio, cuando se ejecuta la aplicación, el proceso y los recursos se empaquetan en archivos *.bar, archivos de procesos en Bonita, uno para cada pool diagramado (Coordinación--2.0.bar, Estudiante--2.0.bar, Instructor--2.0.bar), se generan *.war para cada pool y un Bonita.war que engloba a todos, un servidor Web se inicia (Apache) y el archivo Bonita.war es desplegado que encierra la aplicación web de todo el proceso.

V. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Como producto de esta investigación, el uso del enfoque de desarrollo de software basado en procesos de negocio ha sido validado, agregando aspectos de flexibilidad en tiempo de diseño que facilitan la promoción de características de calidad como la mantenibilidad, utilizando una notación estándar como BPMN y una herramienta para la gestión de procesos de negocio o BPS's de software libre (Bonita). La especificación

del proceso “Gestión del Requisito Obligatorio (RO) Apreciación Cultural de los planes de Estudio de Pregrado de la Facultad de Ciencia y Tecnología (FaCyT) de la Universidad de Carabobo”, se considera un aporte positivo a la conformación de un sistema integrado de gestión de sus procesos académicos, administrativos y de extensión de una organización como ésta. Más aun cuando es posible responder a los cambios frecuentes que ocurren, tales como continuas actualizaciones en los Planes de Estudio de Pregrado de la FaCyT, el variable número de estudiantes con opción de cursar el RO, ajustes en su planificación y desarrollo, modificaciones en los mecanismos de evaluación, entre otros.

El enfoque de flexibilidad en tiempo de diseño aplicado en esta investigación, soportado en una notación grafica como BPMN promueve la modelación visual como una de las mejores prácticas del desarrollo del software. Asimismo, el uso de una metodología como RUP enriquecida con el método BMM facilitó la construcción de la aplicación de flujo de trabajo.

REFERENCIAS

- [1] W. M. van der Aalst, *Process-Aware Information Systems: Lessons to Be Learned from Process Mining*, Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency II, LNCS vol. 5460, pp. 1–26, 2009.
- [2] A. Bentellis and Z. Boufaïda, *Conceptual Method for Flexible Business Process Modeling*, Engineering and Technology, vol. 37, pp. 286–290, 2008.
- [3] M. Adams, A. ter Hofstede, N. Russell, and W. van der Aalst, *Dynamic and Context-Aware Process Adaptation*, Handbook of Research on Complex Dynamic Process Management: Techniques for Adaptability in Turbulent Environments, IGI Global, pp. 104–136, 2009.
- [4] T. Burkhart, C. Dorn, D. Werth, and P. Loos, *A Flexible Approach Towards Self-Adapting Process Recommendations*, Computing and Informatics, vol. 30, no. 1, pp. 89–111, 2011.
- [5] D. Ortega, M. Guevara y I. Durán, *Desarrollo de Aplicaciones Usando el Enfoque de Sistemas de Información Centrado en Procesos y Patrones del Paradigma Acción Comunicativa*, en las memorias del II Simposio Científico y Tecnológico en Computación (SCTC 2012), Caracas, Venezuela, pp. 196–202, 2012.
- [6] H. Schonenberg, R. Mans, N. Russell, N. Mulyar, and W. M. P. van der Aalst, *Process Flexibility: A Survey of Contemporary Approaches*, in Advances in Enterprise Engineering I, pp. 16–30, 2008.
- [7] J. M. Bhat and N. Deshmukh, *Methods for Modeling Flexibility in Business Process*, in Workshop on Business Process Modeling, pp. 1–8, 2005.
- [8] P. Kruchten, *The Rational Unified Process: An Introduction*, 2nd edition, Addison-Wesley Professional, 2000.
- [9] J. C. Montilva and J. A. Barrios, *BMM: A Business Modeling Method for Information Systems Development*, CLEI Electronic Journal, vol. 7, no. 2, pp. 1–19, 2004.
- [10] *Bonita Open Solution*, <http://www.bonitasoft.org>.
- [11] J. A. Fisteus, *Definición de un Modelo para la Verificación Formal de Procesos de Negocio*, Tesis Doctoral, Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Ingeniería Telemática, Leganés, España, 2005.
- [12] T. van Eijndhoven, M. E. Iacob, and M. L. Ponisio, *Achieving Business Process Flexibility with Business Rules*, in proceedings of the 12th International IEEE Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC’08), Munich, Germany, pp. 95–104, September 2008.
- [13] F. Daoudi and S. Nurcan, *A Framework to Evaluate Methods Capacity to Design Flexible Process*, in proceedings of the 6th Workshop on Business Process Modeling, Development and Support (BPMDS’05), Porto, Portugal, June 2005.
- [14] K. Kumar and M. M. Narasipuram, *Defining Requirements for Business Process Flexibility*, in Workshop on Business Process Modeling, Design and Support (BPMDS’06), Proceedings of CAiSE06 Workshops, pp. 137–148, 2006.
- [15] H. Ozawa, *Designing to Attain and Maintain Business Process Flexibility*, Services Computing Conference 2009 (APSCC 2009 IEEE AsiaPacific), pp. 193–198, 2009.
- [16] S. A. White and D. Miers, *BPMN Modeling and Reference Guide*, Lighthouse Point, 2008.
- [17] E. Rolón, F. Ruiz, F. García y M. Piattini, *Aplicación de Métricas Software en la Evaluación de Modelos de Procesos de Negocio*, Revista Electrónica de la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación, vol. 6, pp. 1–10, 2005.