

Universidad Politécnica de Madrid
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación



**FRAMEWORK SEMÁNTICO PARA LA
NORMALIZACIÓN DE PROCESOS
ADMINISTRATIVOS**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Ana Milena Chicaiza Betancourth

2012

Universidad Politécnica de Madrid
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación

**Máster Universitario en
Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**FRAMEWORK SEMÁNTICO PARA LA
NORMALIZACIÓN DE PROCESOS
ADMINISTRATIVOS**

Autor

Ana Milena Chicaiza Betancourth

Director

Juan Carlos Dueñas López

Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos

2012

Resumen

La gestión del conocimiento es fundamental en la integración y funcionamiento de los procesos administrativos de cualquier entidad. Permite extraer información valiosa de los procesos, así como el conocimiento adquirido por los empleados en las diferentes áreas de aplicación, conocimiento que posteriormente es utilizado a través de ontologías específicas y modelado de procesos de negocio, que servirán de soporte a los procesos administrativos de la entidad. Actualmente, la gestión de procesos administrativos en las instituciones educativas presenta problemas tales como la carencia de un lenguaje común para el manejo de conceptos en el mismo proceso, baja interoperabilidad y orquestación de los procesos en los sistemas que ejecutan las tareas, baja o nula reutilización de los recursos, así como falta de soporte en el diseño de flujos de trabajo y en la descripción de las tareas en el proceso. Todos estos problemas afectan a los servicios ofrecidos e incrementan los costos de los recursos de la entidad y el tiempo de ejecución de los procesos. Para dar solución a la problemática mencionada el presente Trabajo Fin de Máster propone un Framework semántico para la normalización de los procesos administrativos. El objetivo principal de esta propuesta es facilitar la interoperabilidad y coordinación entre los diferentes procesos de la entidad y entes externos implicados en el proceso. El Framework propuesto tiene un carácter genérico siendo válida su utilización en entidades de diversa índole (por ejemplo, logística, financieras, etc.). La validación de esta solución ha sido enfocada hacia las instituciones educativas debido a que generan una gran cantidad de tipos de documentos administrativos, pudiendo demostrar cómo el Framework diseñado facilita la orquestación entre los procesos de la entidad y la reducción en los tiempos de ejecución de los mismos. Entre otras ventajas, este Framework permite a los empleados la reutilización de los recursos a través de esquemas de procesos definidos por la entidad mediante ontologías específicas para documentos administrativos. Además cuenta con repositorios de conocimiento que permitirán guiar al empleado en la elaboración de los documentos requeridos, con el fin de reducir el índice de fallos en su elaboración y ejecución, siendo detectados y corregidos en tiempo real. De este modo se estima una prestación óptima del servicio a los ciudadanos e instituciones educativas.

Abstract

The Knowledge Management is the key for integration and operation of the administrative processes in companies. It allows the extraction of valuable information from the process as well as the knowledge gained by employees in different application areas. Then, such knowledge can be used through specific ontologies and business process that will support the administrative processes of the entity. Currently, the management of administrative processes in educational institutions has problems such as the lack of a common language for handling concepts in the same process, low interoperability and orchestration of processes in systems running tasks, reusing few (if any) resources, and lack of support in the workflow design and description of the tasks in the process. All these problems affect the offered services increasing the cost of the entity resources and the execution time of the processes. This Master Thesis proposes a Semantic Framework for standardization of administrative processes in order to solve the problems mentioned before. The main objective of this proposal is to facilitate interoperability and coordination among heterogeneous processes within the organization as well as external entities involved in the process. The proposed Framework is a generic solution which can be validated by using it in several types of entities (e.g. logistics, financial, etc.). Specifically, the validation of this solution has been focused on educational institutions because they generate a lot of kinds of administrative documents and they can demonstrate how the framework facilitates the orchestration of the designed processes within the entity, as well as the reduction of their execution time. Among other advantages, this allows employees Framework reusing resources through schemes of processes defined by the entity-specific ontologies that specify administrative documents. It also has knowledge repositories that will guide employees in preparing required documents in order to reduce the failure rate in their design and execution, being detected and corrected in real time. This way, it is estimated that this solution can offer optimal service to citizens and educational institutions.

Índice general

Resumen	i
Abstract.....	iii
Índice general.....	v
Índice de figuras.....	vii
Índice de tablas.....	viii
Acrónimos	ix
1 Introducción.....	10
1.1 Motivación.....	11
1.2 Contribuciones del Trabajo Fin de Máster.....	12
2 Trabajos relacionados	15
2.1 Ontologías	15
2.2 Sistemas de gestión de flujos de trabajo.....	19
2.3 Framework	24
2.4 Retos de Investigación.....	27
3 Framework semántico para la normalización de los procesos administrativos: Conceptos y arquitectura	32
3.1 Introducción.....	32
3.2 Componentes de la arquitectura	33
3.2.1 Núcleo de ejecución y orquestación de procesos.....	33
3.2.2 Subsistema de gestión de conocimiento.....	34
3.2.3 Plataforma de acceso a los servicios de procesos.....	36
4 Metodología para la implantación de los procesos mediante el Framework semántico propuesto.....	39
4.1 Introducción.....	39
4.2 Fases de la metodología.....	39
I. Análisis y especificación de los procesos de negocio.....	39

II.	Análisis y especificación de los elementos semánticos del entorno de ejecución del proceso	42
III.	Implementación y despliegue de los elementos especificados.....	43
5	Caso de estudio: Gestión de procesos administrativos para entidades educativas	45
5.1	Validación teórica mediante procesos administrativos	47
5.1.1	Ontología de documentos para procesos de entidades educativas	47
5.1.2	Proceso A: Planta y personal	49
5.1.3	Proceso B: Selección de personal.....	55
5.2	Conclusiones de mejoras en procesos administrativos con el Framework propuesto.....	63
5.3	Propuesta de Implementación.....	64
6	Conclusiones y trabajos futuros	70
	Bibliografía.....	72

Índice de figuras

Figura 1. Arquitectura del Framework Semántico propuesto.	33
Figura 2. Ontología Estructura Gestión Administrativa Secretaria de Educación.	34
Figura 3. Ontología de Procesos Administrativos	35
Figura 4. Esquema de la metodología para el desarrollo y despliegue de procesos administrativos mediante el Framework propuesto.	44
Figura 5. Diagrama de la Secretaria de Educación del Municipio de Cali.....	46
Figura 6. Ontología de definición de documentos para procesos de entidades educativas.....	48
Figura 7. Proceso Planta de Personal.....	50
Figura 8. Caso de estudio de aplicación proceso administrativo de planta y personal de la Secretaria de Educación del Municipio de Cali mediante el Framework propuesto.	54
Figura 9. Proceso selección de personal	57
Figura 10. Caso de estudio de aplicación proceso administrativo de selección de personal de la Secretaria de Educación del Municipio de Cali mediante el Framework propuesto.....	62

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla comparativa de los trabajos relacionados.	28
Tabla 2. Servicios RESTful con acceso a los recursos del Framework Semántico para la Normalización de Procesos Administrativos.....	37
Tabla 3. Elementos del modelado del proceso de planta de personal.....	41
Tabla 4. Elementos del modelado del proceso de selección de personal.	42

Acrónimos

ACoMA	Automated Contentbased Message Annotator
BPEL	Business Process Execution Language
BPMN	Business Process Modeling Notation
EMBET	Experience Management based on Text Notes
GEA	Governance Enterprise Architecture
MSA	Member States Administrations
OWL	Ontology Web Language
OWL-S	Ontology Web Language for Services
REST	Representational State Transfer
RFD	Resource Description Framework
SWRL	Semantic Web Rule Language
URI	Uniform Resource Identifier
W3C	World Wide Web
WEAPON	Workflow Engine for Administrative Processes Based on Ontologies
WfMS	Workflow Management Systems
WSDL	Web Services Description Language
WSMO	Web Service Modeling Ontology
XPDL	XML Process Definition Language

1 Introducción

La gestión del conocimiento consiste en el manejo de contenidos y flujos de trabajo que permite clasificar el conocimiento y orientarlo hacia los empleados, y tiene como finalidad aprovechar y localizar la información, logrando la colaboración organizacional de los empleados en la entidad. Básicamente facilita el modelado de los procesos para optimizar los flujos de generación, consumo y retroalimentación de conocimiento. Es un concepto amplio que aborda una serie de estrategias y prácticas utilizadas en una organización para identificar, crear, almacenar, organizar, representar, compartir, localizar y analizar datos como información, lo que permite mejorar el conocimiento y experiencia en la resolución de problemas. Estos conceptos y experiencias incluyen el conocimiento que poseen los empleados de las organizaciones a través de su experiencia en los diferentes procesos y prácticas a desarrollar. Actualmente las organizaciones educativas en la administración pública manejan procesos los cuales contienen una serie de conceptos, que son utilizados por diferentes equipos de trabajo en el desarrollo y tramitación de documentos. Estos conceptos pueden ser interpretados de distintas formas, situación que ocasiona continuos errores en la inserción de los datos y en la relación que existe entre los procesos administrativos de la entidad.

El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es diseñar un Framework¹ semántico que gestione correctamente tanto flujos de trabajo como descripciones semánticas de los documentos soportados por una red de ontologías, que permita la reutilización de los recursos ya existentes en la creación de nuevos procesos dentro de las organizaciones. En el flujo de trabajo se definen formalmente los procedimientos y tareas que lo componen y la especificación de los empleados encargados de ejecutar cada tarea, teniendo en cuenta la interoperabilidad entre los diferentes sistemas internos y externos a la entidad. Por otra parte las ontologías de documentos administrativos y los repositorios de conocimiento, permitirán guiar a los empleados en la elaboración de los actos administrativos y de esta forma la ejecución de los procesos será mas precisa. Estas características facilitan la comunicación e intercambio de información entre diferentes sistemas y entidades, detectando en un tiempo razonable los fallos en el ejecución de los procesos en los sistemas de información, así como garantizando la oportuna prestación del servicio con eficiencia y eficacia. De esta manera la calidad en

¹ Se utilizará el termino Framework en ingles por no haber uno adecuado en español.

los procesos hace posible la mejora continua de los mismos en su desarrollo y ejecución.

1.1 Motivación

La motivación principal por el cual se ha abordado el presente Trabajo Fin de Máster tiene como origen la experiencia de su autora como funcionaria de la Secretaría de Educación de Cali (Colombia). La motivación por resolver los problemas encontrados en el desempeño de sus tareas diarias en dicha Secretaría, en base a los conocimientos adquiridos durante la realización del Máster de Ingeniería y Servicios Telemáticos, dieron origen a los resultados de investigación que se recogen en el presente documento.

En la actualidad la Secretaría de Educación Municipal de Cali es la entidad encargada de administrar las Instituciones Educativas a nivel Municipal. Está conformada por una planta de personal de 7.600 docentes y directivos docentes. La Secretaría de Educación está compuesta por tres subsecretarías: pedagógica, administrativa y de planeación. La subsecretaría administrativa es la encargada de gestionar los procesos administrativos de la entidad. Durante la colaboración de la autora en la Secretaría de Educación, se detectaron los principales problemas en la ejecución de los procesos:

- Falta de utilización de técnicas de modelado de procesos de negocio para la definición de los procesos de la entidad.
- Lenguaje empleado en los procesos, pudiendo ser interpretado de distintas formas, debido a su alto nivel de ambigüedad.
- Carencia de mecanismos de validación de los campos de los documentos generados en los procesos.
- Carencia de un método para la definición de los flujos de trabajo.
- Falta de coordinación y articulación de los procesos.

Debido a los problemas enumerados anteriormente, se han venido presentado varios inconvenientes en la ejecución de los procesos, ocasionando atrasos en los procesos y en la entrega de información a los entes de control (internos y externos), afectando el presupuesto de la entidad. Con la información suministrada por la entidad los entes de control, en este caso el Ministerio de Educación Nacional Colombiano, realiza la asignación de recursos a cada entidad para la asignación presupuestal y auditoria. Por otra parte afecta la prestación del servicio a los usuarios y comunidad en general.

A través de la investigación realizada durante el presente Trabajo Fin de Máster se daría solución a los problemas presentados en la entidad, utilizando como soporte herramientas y tecnologías semánticas que permiten:

1. Definir los procesos de la entidad, los flujos de trabajo, actividades y tareas.
2. Conceptualizar los términos empleados en los procesos.
3. Reutilizar los recursos en la generación de un nuevo proceso o documento.
4. Optimizar el proceso de validación de los documentos generados en la entidad.
5. Integrar los diferentes sistemas de información.
6. Facilitar el acceso a la información generada y almacenada en repositorios.

La autora estima que la aplicación de la propuesta descrita en este Trabajo Fin de Máster mejoraría ostensiblemente el servicio a los usuarios y comunidad en general, garantizando la calidad y eficiencia en los procesos de la entidad.

1.2 Contribuciones del Trabajo Fin de Máster

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Máster es la especificación y diseño de un Framework para la gestión de los procesos administrativos en entidades educativas centrados en los usuarios, tareas y documentos, proporcionando herramientas para la validación, almacenamiento y reutilización de información que caracterizará el conocimiento gestionado por la organización. Este objetivo es bastante amplio y engloba diversas áreas técnicas, por lo que es necesario subdividirlo en varios objetivos específicos que puedan ser abordados de forma independiente durante el Trabajo Fin de Máster. Cada uno de estos objetivos establecerá una serie de contribuciones al estado del arte en sus respectivas áreas tecnológicas. A continuación se detallan los objetivos clasificados por áreas temáticas.

Semántica y Web 2.0

- i.* Analizar el estado del arte de los trabajos que están relacionados con ontologías y flujos de trabajo en procesos administrativos de entidades públicas, indicando los fundamentos, tipos de herramientas utilizadas en el desarrollo de los mismos y las ventajas de utilizar tecnologías semánticas.
- ii.* Formalizar mediante modelos semánticos los procesos administrativos teniendo en cuenta la normatividad y los documentos que se emplean en la administración pública, con el fin de estructurar y definir guías de procedimiento para los procesos de la organización. Para ello se utilizarán ontologías, definidas previamente por el analista de la estructura de los documentos del proceso (ingeniero semántico), que permitan organizar los

diferentes conceptos utilizados en los procesos, así como, la definición de los flujos de trabajo.

- iii.* Diseño de mecanismos de validación mediante razonadores semánticos.
- iv.* Establecer la trazabilidad correspondiente entre los diferentes procesos existentes en la entidad, permitiendo analizar el proceso desde su origen hasta su estado actual con el objetivo de definir correctamente los flujos de trabajo y los documentos que intervienen en cada proceso en los distintos niveles de abstracción, donde los empleados puedan trabajar colaborativamente utilizando blogs, sindicadores de contenidos (básicamente RSS), sistemas de edición como google docs y gestores de documentos, folksonomías que permiten etiquetar y clasificar los recursos.
- v.* Establecer por medio de las redes sociales profesionales (por ejemplo, LinkedIn, Facebook, XING, Viadeo, Naymz) mecanismos que permitan la búsqueda y selección de nuevo personal a través de Internet, de acuerdo a su perfil y área de conocimiento. De esta forma, los candidatos, a través de las redes sociales podrán, al mismo tiempo, interactuar con la entidad.

Especificación y diseño de los aspectos arquitectónicos del Framework semántico

- i.* Especificación y diseño de una arquitectura basada en un núcleo y dos subsistemas principales:
 - a) El **núcleo** de la arquitectura se enfocará a la ejecución y orquestación de procesos; este núcleo proporcionará las herramientas necesarias para el despliegue y ejecución de procesos de negocio que modelan los procesos administrativos, comunicando y coordinando las tareas que los componen.
 - b) Un **subsistema de gestión de conocimiento**, que permitirá validar los documentos generados durante los procesos utilizando tecnologías semánticas como ontologías, razonadores semánticos y repositorios de conocimiento.
 - c) Un **subsistema de acceso a los servicios del Framework** que proporcionará puntos de acceso a los servicios de procesos que permitirán la integración de las aplicaciones de usuarios con el sistema.
- ii.* Definición de una política de acceso a los servicios del Framework que facilite la coordinación e interoperabilidad entre los actores y otras entidades implicadas en los procesos administrativos de las organizaciones, especialmente las de carácter educativo. Al habilitar estos puntos de acceso, homogeneización y normalización de la integración de las aplicaciones de usuario en los procesos.

- iii.* Validación del Framework propuesto mediante casos de estudio. Por medio de estos casos de estudio se pretende demostrar la utilidad del Framework, en los procesos administrativos de las entidades educativas.

Metodología para implantación de procesos en el Framework semántico propuesto

- i.* Diseño de una metodología que permita agilizar el desarrollo y despliegue de nuevos procesos de negocio utilizando las herramientas del Framework propuesto.
- ii.* Especificación de un módulo de gestión de conocimiento que por medio de ontologías de documentos administrativos y repositorios de conocimiento, permitirán guiar al funcionario en la elaboración y ejecución de los diversos procesos de la entidad.
- iii.* Especificación de los mecanismos suficientes para definir los flujos de trabajo donde se establezcan los procedimientos y tareas que intervienen en los procesos administrativos de las entidades educativas, con el objetivo de definir los roles teniendo en cuenta el perfil de los empleados y la experiencia que poseen en determinada área de conocimiento.

El resto del documento se estructura de la siguiente manera. En el Capítulo 2, se realiza un estudio del estado del arte sobre propuestas para la gestión de procesos administrativos de carácter semántico. También se analizan una serie de retos de investigación extraídos a partir del estudio del estado del arte que proporciona una guía para la especificación del Framework propuesto. En el Capítulo 3, se describe la arquitectura del Framework propuesto así como los conceptos básicos utilizados en su especificación. En el Capítulo 4, se propone una metodología para el desarrollo y despliegue de procesos administrativos sobre el Framework. En el Capítulo 5, se analiza la viabilidad de la propuesta de forma teórica utilizando dos casos de estudio de dos procesos administrativos para una entidad educativa. Para finalizar, en el Capítulo 6 se presenta las conclusiones y objetivos futuros relacionados con la investigación llevada a cabo en el presente trabajo.

2 Trabajos relacionados

En estos trabajos se presenta un amplio enfoque de los procesos administrativos en las entidades públicas. Se ha dividido en tres categorías porque hay muchos estudios interesantes en estas áreas de investigación que han permitido realizar el diseño de la propuesta aborda, estas áreas de investigación son: ontologías, flujos de trabajo y frameworks. En la primera categoría se tratara de la utilización de las ontologías en los procesos administrativos de las entidades públicas, en la segunda la definición de los flujos de trabajo de cada proceso de la entidad y en la tercera el diseño de Frameworks que representan la arquitectura que soporta tanto las ontologías como la definición de los flujos de trabajo.

2.1 Ontologías

Ioannis Savvas et al. [1], muestra el problema que se presenta en los organismos públicos en relación a la generación de grandes volúmenes de actos administrativos. El problema se enmarca en dos esquemas, el primero se refiere a cómo están compuestos los actos administrativos, y el segundo a la aplicación del conocimiento individual por parte de los empleados (experiencia), teniendo en cuenta la interpretación de la norma para la toma de decisiones. En ambos casos, los actos tienen insuficiente conocimiento, poca comprensión e interpretación del esquema legal.

Esta propuesta esta soportada por la Web semántica y el dominio de e-government, donde la interoperabilidad de la Web semántica es una cuestión vital dentro del dominio de e-government, que tiene como objetivo el desarrollo de servicios de uso fácil y eficiente para los ciudadanos y empresas. El dominio de e-government está enfocado a tres tipos de interoperabilidad (técnica, organizacional y semántica), teniendo en cuenta las múltiples diferencias semánticas de interpretación como por ejemplo cambios en la norma (Ley), reglamentos, servicios de los ciudadanos y procesos administrativos, etc., que se deben tener en cuenta en las diferentes organizaciones a nivel nacional y regional. En el primer tipo de interoperabilidad se definen las normas, protocolos y formularios de datos. En la segunda se maneja el intercambio de información entre las administraciones tanto del sector público como privado. La tercera se refiere a mejorar el servicio mediante la transformación de las funciones internas y las reglas de interacción con los ciudadanos y el uso de las TICs. Esto significa que los documentos generados deben ser mejorados con los conocimientos que poseen los empleados a partir de su experiencia.

Esta propuesta está orientada a los procesos administrativos de las entidades públicas a través de un sistema de gestión de conocimiento que por medio de

ontologías en OWL², representa la estructura de los documentos generados en los procesos de la administración pública y proporciona un Framework legal que permita optimizar la ejecución de los procedimientos de los procesos como tal, los cuales son asociados a modelos de servicios OWL-S. Este sistema de gestión de conocimiento semántico es compatible con la interpretación del Framework legal, en la ejecución de nuevos procesos, y también con el suministro de información por parte de los empleados, ciudadanos y entidades públicas y privadas.

Este sistema da soporte a las siguientes funcionalidades:

- Apoyo a los empleados públicos en la composición de los actos administrativos, empleando el Framework legal, el cual ha sido tomado en consideración para su desarrollo
- Apoyo a los empleados públicos y ciudadanos en la redacción y aplicación de la legislación de los actos administrativos, es decir la provisión de acceso a las leyes pertinentes, así como manuales de procedimiento acerca de la estructura de los actos administrativos.

Esta propuesta describe un proceso orientado al sistema de gestión de datos que proporciona el conocimiento específico para los procedimientos administrativos referentes a la actualización de la normatividad y jurisprudencia en la administración pública, pero no da una clara definición de la gestión de los procesos de negocio, que deben ser coordinados con los ciudadanos y los usuarios finales que generan los actos administrativos.

Kumar Anand et al.[2] especifican un entorno informático en las oficinas administrativas de las universidades e institutos, donde aplican diferentes esquemas de ontologías como son: a) **nivel superior**: en este se describen conceptos muy generales independientes del dominio como por ejemplo el departamento o facultad de la universidad, expresa los conceptos universales y la relación entre los mismos los cuales, estos a su vez pueden ser utilizados por otras universidades e institutos; b) **dominio**: representa las actividades de los departamentos y secciones como son cursos, profesores, perfil del estudiante, así como los esquemas de los datos que proporcionan un vocabulario controlado de los conceptos, cada uno con una semántica explícita., c) **tareas**: en esta ontología se describen los conceptos tareas especiales o acciones ejecutadas en workflow y sus relaciones, permitiendo la reutilización del conocimiento, procesos y servicios) **aplicación**: esta ontología permite describir la relación entre los usuarios y la asociación con diversas actividades de La web

² OWL (Web Ontology Language) lenguaje de marcado para publicar y compartir datos usando ontologías en W3C. Es un mecanismo para desarrollar temas o vocabularios específicos que se encuentran asociados a diversos recursos, proporciona un lenguaje para definir ontologías estructuradas que pueden ser utilizadas a través de diferentes sistemas. <http://www.w3.org/TR/owl-features/>

semántica basada en agentes para la Oficina informatizada de Sistema de Gestión de Contenido.

Adicionalmente estos recursos contienen metadatos distribuidos y con un enfoque basado en la lógica de los flujos de trabajo de los servicios administrativos, los cuales facilitan el lenguaje de consulta de la web semántica. Este sistema tiene como objetivo principal reducir el número de documentos generados en cada proceso y estructurar semánticamente los contenidos, creando un entorno en que los datos estén bien definidos y enlazados de manera que puedan ser utilizados de forma efectiva en la automatización, integración y reutilización de los recursos en las diferentes aplicaciones. En esta propuesta se define el manejo de ontologías y flujos de trabajo, pero no se da una apreciación amplia del modelado de los procesos de negocio, como base fundamental en la definición de los flujos de trabajo de los procesos administrativos de la entidad, en este caso de la Universidad.

Xia Wang et al. [3], da a conocer la demanda que se presenta con el problema de interoperabilidad semántica en entornos complejos y distribuidos entre MSA (Member States Administrations), administraciones de los estados miembros, y por otra parte esta la creciente necesidad de colaboración. Los autores se han enfocado, especialmente en (Pan European e-Services) y las cuestiones relacionadas con su integración. Donde la interoperabilidad semántica es considerada un aspecto clave para abordar estos entornos, con el fin de hacer posible la interoperabilidad y la comunicación directa entre MSA³ y (Pan European e-Services). Para dar solución a este problema proponen un modelo conceptual denominado Web Service Modeling Ontology (WSMO), ontología de modelado de servicios web, que describe todos los aspectos relevantes relacionados con los servicios semánticos generales para cuatro elementos de alto nivel tales como [3, 4]:

- i.* Objetivos, describe los aspectos relacionados con las peticiones de los usuarios, con respecto a la funcionalidad requerida.
- ii.* Servicios web, representan las entidades computacionales que proporcionan el acceso a los servidores, que a su vez proporcionan valores de un dominio.
- iii.* Ontologías, proporcionan la terminología utilizada por otros elementos, para describir los aspectos más relevantes de los dominios.
- iv.* Mediador, describe los elementos que manejan los problemas de interoperabilidad entre los elementos de WSMO, especialmente se encarga de resolver los desajustes de la terminología usada a nivel de datos, en la comunicación entre los servicios web (datos y nivel de proceso) y el nivel de combinación de los servicios web (datos, proceso y nivel funcional).

³ MSA (Miembros de la Unión Europea)

El objetivo de esta propuesta es la representación de un modelo de servicios para la administración pública, teniendo en cuenta el dominio de la semántica como modelado de Governance Enterprise Architecture (GEA)⁴, donde esta a su vez define el modelo genérico de dominio en la administración pública. La representación del meta-modelo WSMO, en los modelos de servicios de la administración pública, capturan y muestran las características específicas que facilitan la automatización total o parcial del descubrimiento de los servicios, composición, invocación, ejecución y seguimiento, a través de internet.

Este proyecto define las ontologías a utilizar en los entornos de la administración pública, pero no especifica anotaciones, validaciones y técnicas de modelado de procesos, donde se detallen los procesos de negocio a ejecutar por las organizaciones.

Ning Huang et al. [5], exponen los problemas que actualmente se presentan en las organizaciones en cuanto a la integración y manejo de los diferentes sistemas de información, interoperabilidad, reutilización, y utilización de la misma terminología de los conceptos que se emplean en los procesos de estas organizaciones. Para resolver los problemas antes mencionados los autores se enfocan en utilizar una ontología que integre los conocimientos de la siguiente forma:

- i.* Describir el conocimiento relacionado con el dominio, se implementó una herramienta de creación de ontologías para construir conceptos de ontologías y posteriormente evaluarlos.
- ii.* Acumular el conocimiento durante los procesos, se utilizó un sistema de workflow basado en ontologías, para almacenar el conocimiento según se van ejecutando los procesos en las organizaciones.
- iii.* Describir las reglas y restricciones de las aplicaciones, utilizando SWRL (Semantic Web Rule Language), lenguaje de reglas de la web semántica.

En la fase de construcción de la ontología definen una estructura de conocimiento y parámetros que permitan la reutilización de los recursos, acordes con la semántica de los datos, sin necesidad de tener que crear nuevas aplicaciones. El procedimiento para crear la ontología es el siguiente; en primer lugar, los conceptos y las propiedades son capturados. En segundo lugar las propiedades se dividen en dos clases, las que heredan propiedades de la clase superior y las que no tienen subclases. En este método extendido, los conceptos y las relaciones pueden ser transferidos dentro de un lenguaje de ontología. Para evaluar la ontología, los autores han utilizado técnicas de probabilidad y teoría de grafos, que permiten evaluar si la ontología es aceptable o no

⁴ GEA (Governance Enterprise Architecture). Es un modelado que tiene como objetivo presentar un conjunto coherente de modelos de objetos y procesos que describen la administración pública de forma genérica (base de ontología de dominio).

es consistente, lo que significa que la ontología coincide con el conocimiento del dominio.

La fase de la ontología basada en los workflow, permite almacenar el conocimiento en la ejecución de los procesos, y proporciona ayuda a los workflow complejos y optimización. Y por último la fase de reglas y restricciones, describe el lenguaje de reglas de la web semántica (SWRL), que permite modificar las reglas y restricciones con la descripción semántica suficiente, de los archivos de la ontología en OWL.

Este prototipo se basa en tres pilares muy importantes tales como: creación y validación de ontologías, ontología para almacenar los datos de los procesos ejecutados y reglas de validación, pero la eficacia de funcionamiento es muy baja, porque al cargar la ontología, se consumen todos los recursos del sistema como tal, y no esta adaptada para manejar gran cantidad de conceptos.

2.2 Sistemas de gestión de flujos de trabajo

Álvaro E. Prieto et al. [6], explica que los procesos administrativos, como la mayoría de los procesos de negocio, se pueden automatizar por medio de sistemas de gestión de Workflow (WFMS), pero también indica que el workflow en los procesos administrativos no es una cuestión trivial. A menudo estos sistemas son definidos de forma genérica en el nivel de gestión u organizaciones del gobierno. Sin embargo estos workflow deben estar bien estructurados antes de ser utilizados por niveles más bajos de la jerarquía de las instituciones, sub-departamentos, delegaciones, etc. Por lo tanto se identifican dos problemas a los que se enfrenta el ingeniero que define el workflow. En primer lugar, la especialización de la definición del workflow en cuanto a las condiciones jerárquicas del nivel en que se utilizará, teniendo en cuenta las restricciones establecidas en la definición genérica. En segundo lugar, la gestión de los cambios en las definiciones del workflow cuando se modifican las leyes o reglamentos que rigen el proceso administrativo. Utilizando como base los avances en la especialización de workflow y la evolución de la ontología, los autores proponen un método denominado WEAPON (Workflow Engine for Administrative Processes based on Ontologies), que es un modelo que propone el uso de ontologías para definir y gestionar los procesos administrativos. WEAPON facilita la adaptación jerárquica, porque permite representar el Workflow en tres definiciones diferentes como son:

- Definición de estructuras de datos que serán manejadas por las actividades de los procesos.
- Definición de los roles de usuarios que realizan cada actividad.
- Definición de las actividades de los procesos junto con las relaciones entre las tres definiciones.

Todas estas definiciones están relacionadas con las ontologías. Esto mejora la definición correcta de los procesos y su reutilización. Además, los datos de dominio y los participantes del workflow pueden ser modificados sin cambiar la representación del proceso del workflow. También se debe tener en cuenta que en las taxonomías de clases y los casos pueden ser necesarios los datos de dominio o participantes de workflow, estos se pueden definir en ontologías en la propia organización o pueden ser reutilizados en repositorios de ontología.

El modelo WEAPON se compone de los siguientes elementos:

- 1) Ontología para la definición genérica de workflow (OntoMetaWorkflow): Esta ontología contiene los términos que conforman los flujos de trabajo de los procesos administrativos. Se ha desarrollado una metodología METHONTOLOGY, representada mediante la sintaxis de RDF/XML del lenguaje OWL.
- 2) Ontología de datos de dominio (OntoDD): Importa los conceptos definidos en la ontología OntoMetaWorkflow y esta a su vez debe contener además una taxonomía con los datos que se utilizan en el dominio y otra taxonomía con los participantes del flujo de trabajo.
- 3) Ontología de flujos de trabajo en procesos administrativos (OntoWF): Esta ontología representa los flujos de trabajo del proceso administrativo el cual será gestionado por los WFMS.
- 4) Diseñador WEAPON: Esta herramienta facilita el desarrollo de OntoWF empleando la representación gráfica WF-Net. Esta herramienta permite al usuario representar gráficamente las actividades de los procesos, el orden de ejecución y también establecer relaciones entre las actividades y los usuarios. En la implementación se utilizó Jena y WoPeD en la parte grafica para definir los flujos de trabajo.
- 5) Administrador de WEAPON: Es el que gestiona los procesos administrativos representados en las ontologías OntoDD y OntoWF a través de formularios web. Esta herramienta permite a los usuarios aprovechar los procesos administrativos, como instancias de la clase de Procesos Administrativos de la OntoWF y los almacena en una base de datos.

En conclusión, con este método los autores proponen una solución para el problema de la especialización de la definición de flujo de procesos administrativos dentro de la jerarquía de una organización. También abordan el problema de la propagación de los cambios de definición de flujo de trabajo en los niveles más altos a los niveles inferiores, pero no tienen en cuenta la interoperabilidad con otros sistemas y reutilización de los recursos en nuevos procesos.

Paul Cotofrei et al. [7] muestran la importancia de la interoperabilidad y la movilidad del proceso de Bolonia en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Por otra parte esta enfocado a la gestión de la calidad en común para todas las universidades a nivel europeo, donde los entornos compartidos de los sistemas universitarios facilitan la movilidad e interacción de sus respectivos miembros. La interacción a la que se podría alcanzar por medio de una red de colaboración que tenga como finalidad actuar como una sola organización virtual académica superior, permitiendo el aumento de movilidad entre profesores y estudiantes nacionales e internacionales a nivel europeo. Esta propuesta específica un modelo gráfico estándar para los procesos administrativos y transacciones utilizando BPMN (Business Process Modeling Notation), lenguaje de modelado que permite el análisis y diseño de los flujos de trabajo de cada proceso educativo. Además, la posibilidad de mapear diagramas BPMN a procesos BPEL (Business Process Execution Language) facilita la implementación de procesos de colaboración entre socios académicos basados en interfaces de servicios web. También proponen la creación de una base de conocimiento de los diagramas BPMN para todos los servicios prestados por los socios académicos en una organización virtual académica, mediante el uso formal de un sistema basado en procedimientos de ontologías para traducir modelos de textos en diagramas BPMN.

Esta propuesta se enfoca a BPMN (Business Process Modeling Notation) como estándar gráfico para modelar los procesos administrativos académicos por medio de diagramas, y BPEL (Business Process Execution Language) para la ejecución de los procesos de negocio, pero no posee una especificación clara de las ontologías y bases de conocimiento que se emplearán en los procesos de negocio.

En el proyecto RAPORT [8], se exponen los estudios recientes sobre las investigaciones basadas en la gestión de workflow para las organizaciones con procesos administrativos, en estos procesos generalmente se aplican técnicas y métodos de la ingeniería del conocimiento. En pocas palabras los workflow, en los sistemas inteligentes de bases de conocimiento se utilizan para representar el conocimiento dentro de las organizaciones, por lo tanto responde al entorno que permite los cambios en situaciones de bases históricas, conforme a la captura de conocimiento y experiencias de los empleados dentro del modelo organizacional. Este enfoque permite desarrollar sistemas que puedan dar solución a los problemas de interoperabilidad entre los sistemas de información, errores en la planificación de las actividades, elaboración de documentos y captura de conocimiento y experiencias de los empleados, dentro de la organización.

RAPORT es un sistema de apoyo para los procesos administrativos de workflow, basado en herramientas de gestión del conocimiento (ontologías) y el procesamiento del correo electrónico (estándares de comunicación de correo electrónico y tecnologías de Internet). El núcleo de este sistema es una ontología basada en ingeniería de workflow, donde los usuarios pueden comunicarse con otros sistemas vía portal web. Las otras partes que integran este sistema son EMBET, usado para gestionar la experiencia, ACoMA para las anotaciones de los mensajes y FORMAN, provee el acceso en línea a los formularios y repositorios de los documentos. El sistema almacena los datos estadísticos y dinámicos, información y conocimientos relacionados con los procesos administrativos de workflow, utiliza ontologías y repositorios ontológicos para modelar, almacenar y reutilizar el conocimiento. Este sistema propuesto permite la adquirir y almacenar el conocimiento y experiencia de los empleados automáticamente, mientras están enviando y recibiendo mensajes electrónicos con identificación específica de los temas, que serán posteriormente utilizados por medio de las bases de conocimiento. RAPORT es un sistema específicamente diseñado para proceso de workflow, sin embargo puede ser utilizado en cualquier proceso administrativo. Para un nuevo tipo de proceso, la ontología de dominio específico debe ser diseñada, el sistema lee los datos de la nueva ontología y presenta el conocimiento necesario a los usuarios del nuevo proceso administrativo.

El inconveniente que presenta este sistema es que no ofrece todas las características y funcionalidades de los sistemas de gestión de workflow, como: las herramientas de rediseño y e-government en workflow y la reutilización de los recursos en la definición de los nuevos procesos administrativos.

Jiang Jinlei et al.[9], muestran la importancia que tiene la gestión de flujos de trabajo, e indican que todavía existen muchas situaciones tales como la flexibilidad, fiabilidad, interoperabilidad, escalabilidad y seguridad, que no se han resuelto. Los autores proponen un Framework de workflow por objetivos, con el objetivo de obtener un sistema de red de workflow más flexible. Primero el Framework plantea un modelo de procesos como una forma efectiva de la representación del conocimiento procedimental y como un medio para que los expertos en dominios e informáticos intercambien sus conocimientos. Segundo, implementan un algoritmo de planificación basado en modelos de generación semi-automática de workflow sobre la marcha acordes con los objetivos especificados por los usuarios en el contexto de ejecución. El objetivo de este Framework de workflow tiene los siguientes beneficios:

- i. Desde la perspectiva del sistema se mejora, la flexibilidad y la adaptabilidad de los sistemas de workflow. En el Framework, no hay límites explícitos entre el tiempo de construcción de los workflow y tiempo

de ejecución, por otra parte los pasos de ejecución son determinados sobre la marcha con base en el conocimiento del dominio, expresado por las ontología de dominio y los modelos de workflow, lo que facilita la adaptación de los cambios y excepciones encontradas durante la ejecución. Por otra parte, los objetivos de las actividades dentro de los modelos de procesos proporciona una forma de describir las tareas, donde los parámetros solo estén disponibles en tiempo de ejecución, permitiendo que Framework sea más flexible.

- ii.* Desde el punto de vista de los usuarios finales, se facilita la carga de la definición de los procesos.

Este sistema como se menciona anteriormente esta enfocado en la representación del conocimiento de los procesos de los workflow, y por otra parte implementa un algoritmo de planificación basado en los objetivos de los workflow. Este algoritmo no detecta los conflictos que se presentan en los modelos, ni examina la integridad del modelo base. Los autores no especifican técnicas de modelado de procesos, ni tampoco la interoperabilidad con otros sistemas.

En [10] Álvaro Prieto et al., indican que el WfMS (Workflow Management System) sistema de gestión de flujos de trabajo, sirve de apoyo para la coordinación, colaboración y mejor rendimiento de los usuarios que intervienen en las tareas que componen los diferentes procesos de una organización. Una de las utilidades del WfMS, es la gestión de los procesos administrativos, que se caracterizan por la transmisión de los elementos de información entre usuarios de una organización. Con el objetivo de gestionar los procesos administrativos, los autores proponen un modelo que representa la definición de los procesos de negocio, por medio de ontologías base, y al mismo tiempo, presenta un WfMS que trabaja con tales representaciones. Esta propuesta permite una perfecta representación y fácil adaptación de la utilización de los datos, los procesos que se manejan y los usuarios que están involucrados en estos procesos, teniendo en cuenta las ventajas de la integración y reutilización de las ontologías que se proporcionan. Los componentes que forman la arquitectura de este modelo son:

- i.* Una ontología de workflow (OntoWorkflow), basada en las recomendaciones de WfMC, que modela los elementos que componen procesos de la gestión administrativa y sus relaciones.
- ii.* Un método que permita obtener una ontología de términos (OntoTerms), que consiste, en la utilización de los elementos empleados en los casos de estudio y usuarios de procesos de negocio que son la base para la definición de los términos.

- iii.* Un método para construir la ontología de procesos (OntoProcess), que contendrá el estado de los diferentes procesos junto con las tareas que serán necesariamente llevadas a cabo, el orden de ejecución de las tareas y las relaciones con los casos de estudio y participantes de los flujos de trabajo previamente definidos en OntoTerm.
- iv.* Una aplicación Web denominada DyGeBO (Dynamic Generator of WfMS based on OntoWorkflow), que gestiona los procesos administrativos representados en la construcción de las ontologías utilizando OntoWorkflow, OntoTerm, y OntoProcess.

En este trabajo se muestra como la aplicación de ontologías ofrece ventajas significativas en los procesos administrativos, en los que el peso del sistema radica en la clasificación de los datos manejados en las tareas y la categorización de los usuarios que intervienen en cada tarea. Por otra parte, el uso de ontologías para la representación de los procesos de flujos de trabajo, fomenta la reutilización, adaptación e integración de los procesos y los datos utilizados en cada tarea. Pero en este trabajo no se especifica la interoperabilidad que debe existir entre los diferentes sistemas de información que serán la interfaz para que el usuario pueda ejecutar las tareas que componen los procesos y define como tal la estructura de los flujos de trabajo. Tampoco define una ontología que consolide las metodologías empleadas por cada proceso de negocio.

2.3 Framework

Qurban A Memon et al. [11] presenta un caso de estudio de los programas administrativos de la Universidad de Emiratos Árabes Unidos (UAE), para dar un enfoque general de cómo las tecnologías de la web semántica pueden ser utilizadas por la administración para desarrollar perfiles de los estudiantes y poder realizar una mejor gestión en los programas académicos. Los autores hacen una descripción de los diferentes sistemas de gestión utilizados en la Universidad como son Entornos de Aprendizaje Virtuales (EVA), que se manejan para los repositorios de los cursos, archivos de biblioteca, etc., y los Sistemas de Gestión de Información Académica (AIMS), que se utilizan sobre todo en la parte académica como respaldo de la información de recursos humanos, servicios de los estudiantes, logística, etc. Estos sistemas contienen datos que se relacionan entre sí, pero trabajan de forma aislada. Por tal razón es un problema para los estudiantes solicitar información ya que la información existe pero en múltiples sistemas. Los autores logran identificar que estos sistemas no han sido diseñados para interactuar entre sí en etapas posteriores, motivo por el cual la toma de decisiones en estos sistemas requieren mayor utilización de recursos.

Para integrar los diferentes sistemas de gestión de información proponen un Framework basado en Web semántica que soporta los entornos administrativos académicos. En este Framework se emplean las utilidades de la herramienta Protége, que son utilizadas para simular las diversas actividades de la Web semántica, tales como gestión de la ontología, anotaciones semánticas y consultas. Por medio de estas actividades se demuestra la utilidad de la Web semántica en los entornos administrativos académicos. Este Framework se compone de las siguientes fases:

1. **Especificación y mapa de la ontología:** Se definen las conexiones entre las diferentes entidades. Posteriormente estas entidades mapeadas son introducidas en la herramienta Protége para desarrollar la especificación de la ontología en los diferentes escenarios como, por ejemplo, del perfil de los estudiantes.

2. **Anotación semántica:** En los UAE-EE (Universidad de Emiratos Árabes Unidos- Departamento de Ingeniería Eléctrica) prevén que los usuarios finales utilicen la ontología, es decir realicen las anotaciones de los recursos en los escenarios. La ontología UAE-EE, fue ejecutada en Protége que permite la anotación semántica que compara los casos con las definiciones de la ontología y de igual forma permite que la información del estudiante (anotaciones) estén disponibles en el departamento de Ingeniería Eléctrica.

3. **Generación de anotaciones semántica:** Con las relaciones entre las diferentes operaciones de los estudiantes, y teniendo en cuenta los parámetros iniciales, se crea el perfil del estudiante. Esto tiene como finalidad reducir el tiempo de las solicitudes realizadas por los estudiantes.

Este Framework esta compuesto por ontologías, razonadores y anotaciones semánticas, los cuales estructuran los datos y permite la interoperabilidad entre los diferentes sistemas de los procesos académicos, pero carece de procesos de negocio donde se definan los flujos de trabajo y la reutilización de los recursos para la modelación de los nuevos procesos administrativos.

Ben Liu et al. [12], explica que la generación automática de *feedback* es una característica importante en la evaluación asistida por sistemas de ordenadores, donde los estudiantes pueden descubrir su nivel de asimilación en ciertos temas o aprender por evaluación. Proponen un Framework para la generación de *feedback* automática de adaptación de metadatos de los elementos que soportan y estructuran los procesos educativos de aprendizaje. Como primera medida utiliza los elementos en un formulario estándar para producir la retroalimentación adaptativa, lo que hace posible que estos elementos se puedan compartir y reutilizar a través de metadatos. En segundo lugar, la información generada para producir la retroalimentación puede ser interpretada tanto por los usuarios como por los diferentes sistemas de tutoriales

inteligentes en modelos de aprendizaje y/o aplicaciones, que garantiza la interoperabilidad con el Framework propuesto. Las anotaciones son realizadas por ítems, adicionalmente ayudan a recuperar objetos relacionados de aprendizaje y sugiere material apropiado a los estudiantes.

Este trabajo propone una solución a los problemas de reutilización e interoperabilidad de los elementos, anotaciones semánticas automáticas y generación automática de metamodelos, como se mencionó anteriormente, pero no define por medio de técnicas de modelado, los procesos de negocio, donde indiquen los roles y las tareas a ejecutar en el sistema, que tienen como objetivo garantizar la articulación e interoperabilidad entre los diferentes sistemas de información.

Di Francescomarino et al. [13] expone las experiencias obtenidas frente al problema que se presenta de interoperabilidad en la administración pública de Italia y el modelado de los procesos. De igual forma las grandes inversiones que se han tenido que realizar en modernización para mejorar la productividad laboral en la prestación del servicio, así como, la transparencia y eficiencia en la Administración Pública. Para dar solución a este problema emplearon componentes de la Web semántica, y herramientas de modelado basada en wiki como es MoKi. La propuesta de los autores es integrar el proyecto ProDe con Moki, para dar apoyo al intercambio de conocimiento participativo, la interoperabilidad y la colaboración en el modelado de dominios de la administración pública y las 10 regiones implicadas en el proyecto. Para dar solución a estos problemas los autores proponen integrar en un Framework dos componentes ProDeMoki. ProDe es un proyecto italiano que tiene como objetivo definir un modelo de referencia nacional para la gestión de documentación electrónica en la Administración Pública. Este modelo de referencia sigue el punto de vista de la archivística (almacenamiento de documentos), y puede ser utilizado para identificar directrices y funciones necesarias para almacenar de forma segura, clasificar, gestionar y recuperar los documentos electrónicos producidos dentro de un sistema de archivo de la Administración Pública. Por otro lado, Moki es un modelo de colaboración basado en wikimedia, herramienta para el modelado de conocimiento ontológico y de procedimientos. La idea principal de utilizar Moki es asociar una página wiki, que contiene información tanto estructurada y no estructurada de cada ontología de la entidad y procesos de modelo, para dar apoyo al intercambio de conocimiento participativo y las actividades dentro del modelado de las diferentes regiones implicadas en el proyecto. Aquí los autores destacan también la importancia de utilizar la Web 2.0 y la tecnología de la Web semántica en el contexto de ProDe, lo que permitió modelar la colaboración de los procedimientos administrativos, interoperabilidad y la colaboración en el modelado de dominios complejos en la Administración Pública.

Este proyecto con el soporte de la tecnología de la web semántica y herramientas como Moki, permitieron modelar colaborativamente los procedimientos administrativos y la relación de los documentos, las funciones de la organización y servicios, pero no especifican un modelado de procesos de negocio, que permita definir los procesos de las administraciones públicas, con el fin de apoyar y mejorar la colaboración y los mecanismos de interoperabilidad entre los usuarios con diferentes competencias y funciones. Así como técnicas que permitan compatibilizar los procedimientos de la administración pública y las normas.

El proyecto MUS (Memory of the University System) presentado por Lauofi et al.[14] propone un Framework semántico fundamentado en un sistema de gestión de conocimiento cuyo diseño está enfocado a la gestión de recursos en organizaciones de enseñanza superior. Los autores de este trabajo tuvieron en cuenta tres de las características esenciales de este tipo de organizaciones: i) los roles de los actores involucrados; ii) la heterogeneidad de los recursos; iii) la clasificación de la tareas según objetivos (enseñanza e investigación). Esta propuesta estuvo enfocada esencialmente a dar soporte a las diferentes rutinas, procedimiento, gestión de recursos o roles a través de diferentes técnicas de gestión de conocimiento, tomando como eje central la extracción, tratamiento y recuperación del conocimiento explícito utilizando ontologías y bases de conocimiento. La arquitectura del Framework propuesto está especificada sobre cinco pilares: 1) capitalización del conocimiento en la organización; 2) presentación de información personalizada; 3) gestión del conocimiento explícito; 4) interacción y extracción de conocimiento en función de los roles; 5) base de conocimiento basada en ontologías. Mediante este Framework se proporciona a las universidades un sistema de gestión de conocimiento que permite, entre otras funcionalidades, la captura de información, su almacenaje y su recuperación. Estas características facilitan la reutilización de conocimiento, factor esencial en tareas de investigación, por ejemplo. El Framework propuesto fue desplegado de forma experimental en la Escuela Nacional de Comercio y Gestión de la Universidad de Agadir IBN ZOHR e involucró a 900 estudiantes, 45 profesores y 15 personas del servicio de administración y biblioteca.

2.4 Retos de Investigación

En la sección anterior se han analizado algunos de los trabajos más relevantes del estado del arte referentes a la gestión y optimización de procesos administrativos en diferentes áreas. Para completar este análisis se ha realizado un estudio comparativo de las propuestas analizadas en la sección anterior cuyo resultado se plasma en la Tabla 1, con el objetivo de identificar los problemas que darán lugar a retos de investigación específicos. Apaisar

Tabla 1. Tabla comparativa de los trabajos relacionados.

Propuesta	Gestión de flujos de trabajo	Estándares utilizados	Anotaciones en documentos generados	Validación automática de documentos	Tecnologías semánticas
Memon et al.[11]	No especifica flujos de trabajo	RDF, URL, OWL	Anotaciones con RDF	-Especificación y mapa Ontológico -Anotaciones semánticas	Ontologías escritas en lenguaje OWL
Prieto et al.[6]	Si. Define flujos de trabajos para procesos administrativos	RDF, XML, OWL	Anotaciones en RDF	-Validación mediante razonador Jena. -WoPeD, software de código abierto	OntoMetaWorkflow, OntoDD y OntoWF, estas ontologías están escritas en OWL
Savvas et al.[15]	Si. Define flujos de trabajo en procesos administrativos	RDF, XML, OWL-S, OWL	Repositorios de metadatos administrativo y repositorio jurídico ambos en RDF	No	Ontología administrativa de procedimientos públicos escrita en OWL
Di Francescomarino et al.[13]	Si	OWL, Business Process Modeling Notation (BPMN), RDF	Metadatos para definición de entidades	Si	Ontologías escritas en OWL
Ben Liu et al.[12]	No especifica flujos de trabajo	RDF, OWL, XML, LOM	Retroalimentación automática de metadatos, anotaciones en RDF	Si	Ontologías escritas en OWL
Kumar Anand et al.[2]	Si define flujos de trabajo en procesos administrativos	RDF, OWL, XML	Anotaciones en RDF	Si	Ontologías escritas en OWL, se definen cuatro tipos de ontologías. Ontología de nivel superior, Ontología de dominio, Ontología a nivel de tarea, Ontología de aplicación.
Paul Cotofrei et al. [7]	Si define flujos de trabajo en procesos administrativos educativos	BPMN, WSDL, BPEL,	No especifica anotaciones	Si	Ontologías escritas en OWL, de los textos legales que definen la estructura y las actividades de la institución académica.
Lautofi et al. [14]	No especifica flujos de trabajo	OWL, RDF	Anotaciones semánticas	Si	Ontologías escritas en OWL
Xia Wang et al. [3]	No especifica flujos de trabajo	OWL-S	No especifica Anotaciones semánticas	Si	Ontologías GEA y WSMO, escritas en OWL
Ning	Si define flujos	OWL, XML,	Anotaciones	Si	Ontologías para

Propuesta	Gestión de flujos de trabajo	Estándares utilizados	Anotaciones en documentos generados	Validación automática de documentos	Tecnologías semánticas
Huang et al. [5]	de trabajo	XPDL, SWRL,	semánticas		procesos, recursos escritas en OWL
Ivana Budinská et al. [8]	Si define flujos de trabajo	OWL, RDF, Jena,	Anotaciones en ACoMA	Si	Ontologías escritas en OWL
Jiang Jinlei et al. [9]	Si define flujos de trabajo	OWL	Anotaciones semánticas	Si	Ontologías escritas en OWL
Álvaro Prieto et al. [10]	Si define flujos de trabajo	OWL, Protégé,	Repositorios, Anotaciones en RDF	Si	OntoWorkflow, OntoTerm, OntoProcess, escritas en OWL

En general el problema que aún persiste, y es el motivo del presente trabajo de investigación, tiene dos pilares básicos. Por un lado, la gestión de los procesos administrativos en el área de las instituciones educativas que obtendrán como entrada cierto tipo de documentación que derivará en ciertas decisiones administrativas, las cuales resultarán, a su vez, en otros tipos de documentos. Además estos procesos estarán soportados por un Framework que coordinará la ejecución de los procedimientos subyacentes a todo flujo de trabajo que configura un proceso administrativo concreto.

Las carencias principales encontradas en el ámbito de la gestión de procesos administrativos de las instituciones públicas, en general, provienen de la falta de coordinación entre los empleados responsables de cada procedimiento, la composición de documentos con una estructura incorrecta, una interpretación incorrecta del contenido, o una combinación de todas ellas. Estos problemas devienen en una drástica reducción de la eficiencia y en perjuicios económicos de las instituciones públicas, y como consecuencia, en una baja satisfacción por parte de los ciudadanos que acuden a ellas para hacer uso de un determinado servicio público.

A partir de los problemas descritos, se han identificado algunos retos de investigación que deben dirigir el diseño de una solución integral que aborde todas esas cuestiones que de un modo u otro mejoran y optimizan el funcionamiento de los procesos administrativos.

- **Caracterización de flujos de trabajo para modelar los procesos administrativos (reto 1):** La caracterización de los flujos de trabajo que modelan este tipo de procesos deben llevarse a cabo a través de herramientas y lenguajes ampliamente utilizados en la definición de procesos de negocio como BPMN (Business Process Modeling Notation). BPMN es un lenguaje estándar, que proporciona una notación gráfica para el modelado de procesos de negocio. Los

modelos BPMN son básicamente diagramas de flujo que incorporan construcciones adaptadas al modelado de procesos de negocio como son los tipos de actividades o eventos que componen los procesos [16]. Por otro lado BPEL (Business Process Execution Language) lenguaje de ejecución de procesos de negocio, estructurado en bloques, describe formalmente los procesos de negocio. Los diagramas BPMN pueden ser transformados automáticamente a lenguaje BPEL para su interpretación y ejecución. En este contexto, OWL-S (Ontology Web Language for Services), lenguaje de descripción de servicios escrito en RDF, también puede servir de soporte para la definición de flujos de negocio complejos siguiendo una filosofía SOA.

- **Reusabilidad de los elementos de los procesos administrativos (reto 2):** La reusabilidad de los elementos que componen los procesos administrativos es una característica requerida, ya que permitiría reducir el coste de despliegue y puesta en marcha de nuevos procesos, en términos económicos y temporales. Esta característica puede ser se puede lograr mediante la utilización de lenguajes de anotación semántica y creación de ontologías, como RDF u OWL 2, que permitan establecer modelos semánticos comunes que definan los documentos manejados en los procesos, así como las bases de conocimiento que almacenen instancias de esos documentos.
- **Feedback automático de los metadatos de los procesos administrativos (reto 3):** La generación del *feedback* automático de los metadatos tiene mucha relevancia en los procesos administrativos, ya que permitirá la reutilización de los recursos, en la generación de los documentos por parte de los empleados en los procesos administrativos. Por medio del *feedback* automático, los formatos que se emplean en cada proceso, tendrán una retroalimentación de texto de forma automática, por lo tanto los empleados pueden dedicar menos tiempo a escribir sus comentarios y/u observaciones en la ejecución de los mismos, ya que podrán hacer uso de los recursos existentes, lo que permitirá la optimización de los procesos.
- **Soporte para la verificación de documentos (reto 4):** La validación de grandes volúmenes de documentos por parte de los empleados es muy ineficiente y, frecuentemente, origen de errores que perjudican el normal discurrir de los procesos administrativos. Este problema se puede solucionar mediante la automatización de los mecanismos de verificación de los documentos redactados utilizando para ello tecnologías semánticas como razonadores semánticos, que permitan validar en un tiempo muy reducido o, incluso, en tiempo real, los documentos generados por los empleados responsables de los procesos.

- **Especificación de un Framework para el soporte de procesos administrativos (reto 5):** Los procesos administrativos, todos los elementos involucrados en ellos (por ejemplo, documentos, puntos de acceso a los recursos, repositorios, etc.), así como los actores humanos (en este caso, los empleados responsables o ciudadanos que requieren el servicio) deben estar soportados y coordinados por un entorno de ejecución que los orqueste y dirija a través del proceso de una forma ordenada y robusta. Así mismo, debe proporcionar una forma intuitiva de acceso a los diferentes servicios de comunicación y recursos documentales, por ejemplo, a través de portales Web, del cual se aprovecharán tanto los empleados, como los ingenieros y desarrolladores del sistema y, en última instancia, los ciudadanos que accedan para formalizar un requerimiento.
- **Especificación de una metodología de soporte a la definición de nuevos procesos (reto 6):** La especificación, desarrollo y despliegue de nuevos procesos y elementos involucrados es a menudo una tarea costosa ya que se lleva a cabo sin un criterio establecido. Aprovechando el Framework propuesto en el punto anterior, se puede abordar una metodología que permita reducir los costes de la especificación, desarrollo y despliegue de procesos administrativos utilizando las herramientas proporcionadas (por ejemplo, lenguajes para el modelado de procesos y especificación de documentos, arquitectura para la comunicación y coordinación de procesos, etc.).

La propuesta recogida en este trabajo trata de abordar los retos de investigación descritos anteriormente desde un punto de vista holístico, que integre todas las tecnologías disponibles actualmente, donde las de carácter semántico tendrán una relevancia especial. Esta propuesta integral podría reducir significativamente los recursos globales (tanto temporales como económicos) durante los procesos de especificación, desarrollo, despliegue y funcionamiento de los procesos administrativos en las instituciones educativas, en particular. Sin embargo, el propósito de este sistema, es que pueda ser utilizado en las instituciones educativas de los municipios que componen los departamentos de la administración pública.

En el siguiente capítulo se describirá las líneas generales de la propuesta para la normalización de procesos administrativos en las instituciones educativas, que es el objetivo fundamental del presente trabajo de investigación.

3 Framework semántico para la normalización de los procesos administrativos: Conceptos y arquitectura

3.1 Introducción

Como ya se comentó en capítulos anteriores, el dominio de la gestión de los procesos administrativos en general, y los de ámbito educativo en particular, entrañan un enorme reto de investigación debido a que hay que lograr un alto grado de interoperabilidad y coordinación entre las diferentes entidades educativas y los actores implicados en los procesos (empleados, docentes, ciudadanos, alumnos, etc.). El objetivo de este trabajo es proporcionar soporte integral en este dominio mediante una propuesta que emplee diversas tecnologías, específicamente aquellas relacionadas con la Web Semántica. Este hecho enmarca la presente propuesta en el ámbito del llamado e-government, que hace uso de este tipo de tecnologías para ofrecer diversos servicios de la administración pública.

La coordinación e interoperabilidad es una cuestión crítica en el desarrollo de servicios de e-government. Este aspecto puede verse desde diversos puntos de vista. De este modo se pueden identificar tres tipos de interoperabilidad [15]: técnica, organizacional y semántica. Para el primero se definen un conjunto de lenguajes de especificación y notación de documentos y procesos, protocolos y semántica. La segunda se refiere a la coordinación entre los procedimientos y actores implicados en un proceso de una entidad concreta o de diferentes entidades pertenecientes a la administración pública o de ámbito privado. La tercera se refiere a la especificación de estructuras semánticas que faciliten el intercambio de información interpretable por todos los elementos implicados en los procesos (humanos o no).

Para dar soporte a los tres tipos de interoperabilidad mencionados, se propone un Framework Semántico (ver Figura 1) que trata de abordar los retos de investigación identificados en el capítulo anterior. En la siguiente sección se describirán las principales características de los componentes que conforman la arquitectura del Framework Semántico propuesto.

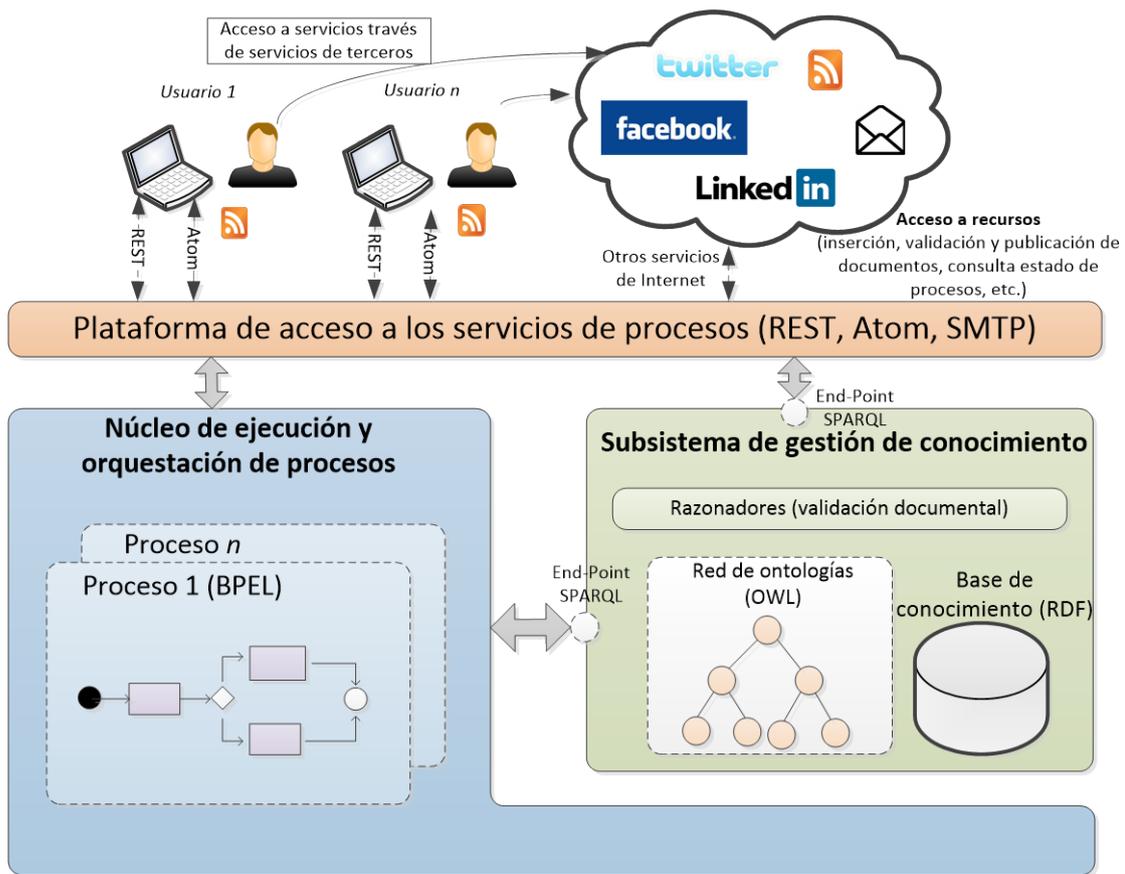


Figura 1. Arquitectura del Framework Semántico propuesto.

3.2 Componentes de la arquitectura

3.2.1 Núcleo de ejecución y orquestación de procesos

El diseño del núcleo de la arquitectura está enfocado a resolver los retos 1 y 4 definidos en la Sección 2.4. El núcleo de la arquitectura se basa en un motor de ejecución de procesos de negocio que ejecuta y orquesta las tareas que componen los procesos administrativos. Entre sus funciones principales cabe destacar el manejo de documentos, que deberán ser obtenidos a partir de los usuarios y otros repositorios de conocimiento, y transmitirlos a otras tareas del mismo proceso o de otros procesos, y finalmente a sus destinatarios.

El flujo de trabajo que caracteriza a cada proceso estará definido en el lenguaje BPEL. La definición de los documentos BPEL que configuran los procesos, estará validado por una ontología que definirá los aspectos procedimentales que pueden ser definidos. Esta ontología será gestionada por el subsistema de gestión de conocimiento. Por lo tanto en esta ontología se define la estructura de la gestión administrativa de la secretaria de educación, y los actores a nivel jerárquico que intervienen en la elaboración de los documentos administrativos (Ver figura 2). En este caso la máxima autoridad es el Secretario de Educación, quien da validez al documento

para ser publicado, seguido del subsecretario de educación, los asesores y los jefes de apoyo a la gestión local (Gagel).

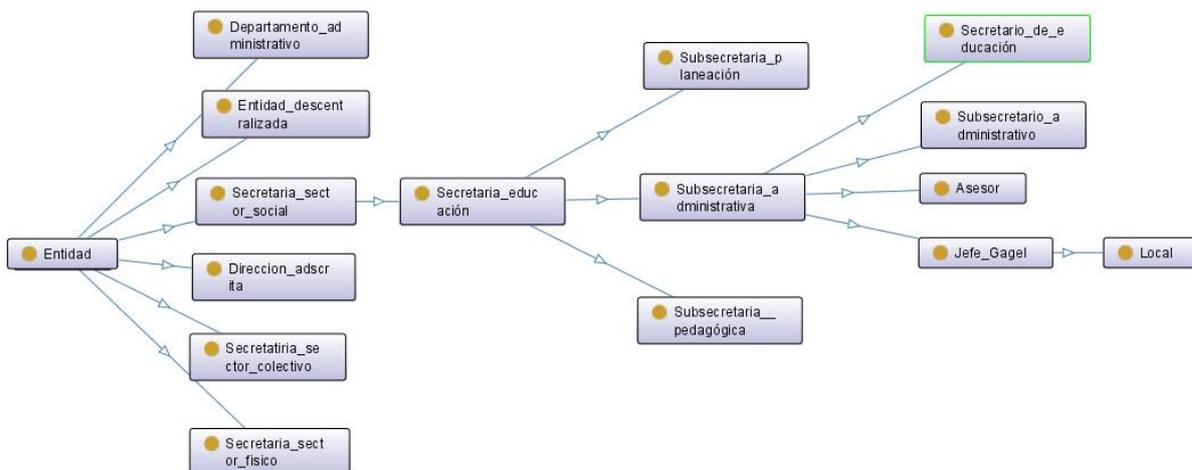


Figura 2. Ontología Estructura Gestión Administrativa Secretaría de Educación.

3.2.2 Subsistema de gestión de conocimiento

El Subsistema de gestión de conocimiento está pensado para solventar los retos 2 y 3 definidos en la Sección 2.4. El objetivo de este subsistema es el de adquirir, validar y almacenar la información procedente de los informes generados en cada etapa del proceso administrativo. Es importante indicar que todos los documentos generados estarán anotados con metadatos en RDF⁵ que facilitarán su procesado semántico. Para la validación de los documentos generados se empleará un razonador que, a partir de una red de ontologías definidas ex profeso para el tipo de procesos a manejar, discernirán sobre la integridad y consistencia de dichos documentos. Este razonador funcionará de dos modos: a) modo *on-line*, para asistir, en tiempo real, a los usuarios del sistema durante la composición de documentos oficiales (redacción de campos de los documentos y la validación de sus contenidos b) modo *off-line*, que aplicará las respectivas reglas de razonamiento a documentos que han sido almacenados en una base de conocimiento temporal a espera de ser validados en un momento cualquiera del proceso sin necesidad de que el usuario esté pendiente del resultado final (en caso de hallar errores en el documento, es el Framework quien se encargará de redirigir el documento al usuario adecuado para su corrección). Para que la ejecución del razonador sea eficiente, las ontologías deben ser en todo momento consistentes, además de definir un amplio número de las relaciones posibles entre las clases de la misma o de otras ontologías. Todos los documentos completados y validados serán almacenados en repositorios de conocimiento, para poder ser recuperados posteriormente por otros procesos.

⁵ <http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>

En referencia a la red de ontologías gestionada por este subsistema, definirán semánticamente los aspectos relevantes de cada proceso utilizando el lenguaje estándar OWL. Una parte importante de esta red de ontologías estará relacionada con la validación de documentos, como se comentó en el párrafo anterior, pero también con la definición de procesos administrativos utilizando, en esta ocasión una ontología basada en el estándar del W3C, OWL-S. Esta ontología define como están compuestos los procesos administrativos. Cada proceso esta integrado por procedimientos, actividades y tareas, por otra se clasifican en procesos compuestos y simples, los compuestos están integrados por varios procedimientos y los simples solo por uno, como se puede observar en la figura 3. Los procedimientos compuestos, se componen de uno o más procedimientos, los cuales están integrados a la vez por actividades y tareas. Cada uno de los procesos, procedimientos, actividad y tarea tienen un nombre y especificación de los objetivos que permitirán al usuario entender el objetivo del procesos como tal.

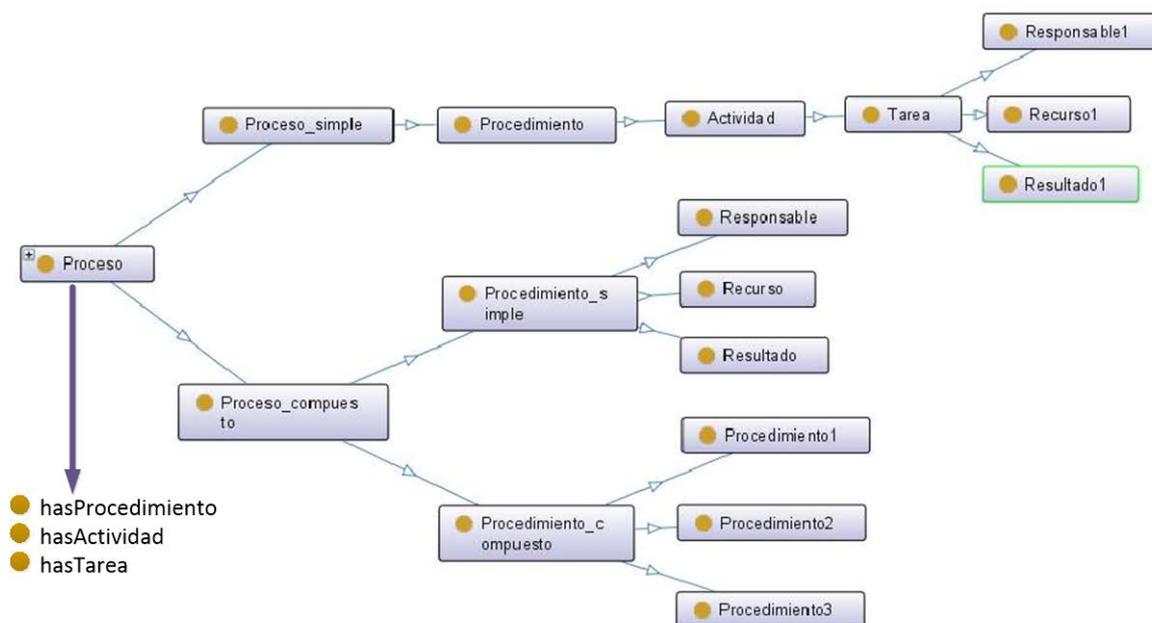


Figura 3. Ontología de Procesos Administrativos

Para que las interacciones con los otros subsistemas del Framework sean eficientes y óptimas, es importante destacar que se habilitarán puntos de acceso o interfaces que permitirán la utilización de los servicios del mismo (ver Figura 1). Fundamentalmente, las interfaces definidas consistirán en puntos de acceso SPARQL⁶[17].

⁶ <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

3.2.3 Plataforma de acceso a los servicios de procesos

La Plataforma de acceso a los servicios de procesos está pensada para gestionar el reto 5 identificado en la Sección 2.4. Por lo tanto, el objetivo de la plataforma de acceso a los servicios de procesos es habilitar los puntos de acceso necesarios para facilitar el acceso e integración de las aplicaciones de usuario en la gestión de los procesos administrativos.

En el diseño de esta parte de la propuesta se han tenido en cuenta las tendencias actuales en la creación y acceso a la información en Internet. En función de estas nuevas tendencias, se ha considerado el estilo arquitectural REST [18, 19] para la exposición de los recursos y servicios que componen los procesos administrativos mediante APIs denominadas RESTful. Las interfaces RESTful definen recursos que estarán asociados a algunos de los servicios de los procesos como, por ejemplo, los procedimientos en ejecución (para consultar su estado), o a los servicios del subsistema de gestión del conocimiento (para almacenar, validar o recuperar un documento concreto). El estilo arquitectural REST se caracteriza por la identificación unívoca de recursos mediante un esquema de URIs (Uniform Resource Identifier), al que se tiene acceso mediante uno o más métodos definidos por el protocolo HTTP (POST, GET, PUT, o DELETE), que es entendido como un enfoque de persistencia CRUD (del inglés Creation, Read, Update and Delete). La especificación de cada recurso REST desplegado en el Framework deberá definir una representación de datos (siempre que los datos no sean pasados como parámetros adjuntos a la URI). Para este fin se utilizará el estándar JSON, siempre que sea viable su uso, ya que es un formato más legible y ligero que los documentos escritos en otros formatos tradicionales como XML. Esta decisión de diseño se ha tomado teniendo en mente el alto nivel de transacciones que deberán soportar el repositorio de conocimiento o el núcleo de ejecución de procesos. Por último, los usuarios que requieran acceder a los servicios del Framework mediante el API RESTful deberán disponer de un software de aplicación específico que implemente los mecanismos necesarios para llevar a cabo el acceso a los recursos. Es importante comentar que, gracias al enfoque REST utilizado en la presente propuesta, la aplicación cliente estará totalmente desacoplada del sistema de gestión de procesos administrativos, lo cual facilitará la mantenibilidad y actualización de las aplicaciones clientes. Únicamente deberán implementar un módulo sencillo que sea capaz de comunicarse, mediante mensajes HTTP, con los recursos REST definidos en el sistema, y otros recursos que permiten recuperar el documento, encolarlo, validarlo y aprobarlo, como se puede observar en la tabla 2, (los detalles de implementación serán comentados en la Sección 5.3).

Tabla 2. Servicios RESTful con acceso a los recursos del Framework Semántico para la Normalización de Procesos Administrativos

Servicio RESTful	URI	Método HTTP	Descripción
Crear documento	/documento/	POST	En esta operación el cliente envía al Framework una petición para crear un nuevo documento (decreto de nombramiento) anotado semánticamente según la ontología específica. Se devolverá un id que identifica de forma unívoca al documento en el Framework. El documento será almacenado en un repositorio de conocimiento.
Validar documento	/validar_documento/{validar-doc-id} ⁷	PUT	Esta solicitud válida los campos del documento por medio de un razonador semántico, soportado por una red de ontologías específicas de cada documento, y actualiza el estado del documento.
Actualización de estado de documento	PUT /aprobar_documento/{aprobar-doc-id}	PUT	Con esta operación se actualiza el estado del documento siendo sus posibles valores: "aprobado", "petición de corrección", "no aprobado".
Recupera documentos	/recuperar_documento/{recuperar-doc-id}	GET	En esta petición se recupera el documento del repositorio de conocimiento, por medio del identificador del recurso.
Eliminar documento	/eliminar_documento/{documento-id}	DELETE	Esta solicitud elimina del recurso documento un tipo de documento, como por ejemplo un acto administrativo.

Además de los puntos de acceso REST, se habilitarán otros métodos de acceso y publicación de información que permitirá la integración del Framework con las tecnologías y protocolos ampliamente utilizados en el Internet actual. Entre ellos destacan la integración con las plataformas de redes sociales actuales, sobre todo

⁷ Este campo es variante

aquellas de perfil profesional (por ejemplo, LinkedIn⁸) pero también de carácter genérico (por ejemplo, Facebook o Twitter⁹). De este modo, los usuarios que estén interesados podrán estar informados en todo momento sobre las novedades en los procesos abiertos a través de las redes sociales. Por otro lado, esa información también podrá ser publicada mediante protocolos de sindicación de contenidos Web como RSS (Really Simple Syndication), que podrá ser consumida mediante aplicaciones de agregación de contenidos Web. Por último, también se contemplan protocolos tradicionales como SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) para el envío de mensajes electrónicos de forma automática a los usuarios interesados en la evolución de los procesos.

Las transacciones realizadas a través de las plataformas de acceso a los servicios de procesos deben realizarse con las adecuadas garantías de seguridad debido a que, en muchas ocasiones, se manejará información confidencial sensible. En ese sentido se implementarán protocolos y técnicas que permitan autenticar a los usuarios e incluso encriptar la información transportada.

En este capítulo se abordaron de forma teórica los diferentes subsistemas que componen el Framework Semántico propuesto para la normalización de procesos administrativos. En el capítulo 5 se mostrarán dos casos de uso enfocados a su aplicabilidad en el ámbito de las instituciones educativas, uno de los puntos principales que motivaron la investigación del presente trabajo. En la siguiente Sección se describen los pasos a seguir para el desarrollo y despliegue de nuevos procesos mediante el Framework propuesto, para lo cual se ha definido una metodología estructurada.

⁸ <http://www.linkedin.com/home>

⁹ <http://www.facebook.com>

4 Metodología para la implantación de los procesos mediante el Framework semántico propuesto

4.1 Introducción

Tan importante como la arquitectura del Framework descrita en el capítulo anterior son los mecanismos para definir procesos administrativos de acuerdo a los modelos y entidades que lo componen. Para ello se ha diseñado una metodología que, sin ser obligatoria, podría agilizar considerablemente el desarrollo y despliegue de nuevos procesos mediante el Framework propuesto. Esta metodología se compone de tres fases fundamentales (ver Figura 4) en las cuales están involucrados diferentes expertos con unos perfiles específicos. A continuación se describen brevemente las fases de la metodología.

4.2 Fases de la metodología

La metodología propuesta se compone de tres fases principales: primera, análisis y especificación de los procesos de negocio, define los flujos del proceso, incluyendo todos los elementos que se involucran en el y los que interactúan con este. Segunda, análisis y especificación de los elementos semánticos del entorno de ejecución del proceso, aquí se definen y estructuran las ontologías de los documentos administrativos (formatos), que permitirán la validación, almacenamiento y reutilización de los recursos. Y tercera, la implementación y despliegue de los elementos especificados, en esta fase el desarrollador se encargará de implementar y desplegar los elementos especificados de las fases anteriores.

I. Análisis y especificación de los procesos de negocio

El responsable de esta fase es un analista de procesos de negocio experto en el dominio en el que se engloba el proceso concreto. Las tareas a desarrollar en esta fase se centrarán en el análisis del problema concreto para diseñar un flujo de trabajo que caracterice todas las tareas incluidas en el proceso, así como las estructuras de control que relacione esos procesos. Además estos procesos van sujetos a un conjunto de reglas de negocio que son esenciales para el funcionamiento de la entidad, las cuales permiten determinar la estructura de la información y las políticas de la entidad. Estas reglas aseguran que las actividades de la entidad se lleven a cabo de acuerdo a la jurisprudencia (leyes y normas), impartidas por el estado y la misma entidad, teniendo en cuenta la clasificación de las reglas como lo indica [20, 21]. A partir de este análisis se generará un documento de especificación detallado del proceso que facilitará su implementación posterior.

En esta fase el objetivo principal es crear un modelo de proceso de negocio, de los procesos administrativos de la entidad, que permitan estructurar la secuencia

ordenada de actividades, e información más extensa del proceso como las personas involucradas en llevarlo a cabo (roles) y datos, con el fin de documentar, mejorar y agilizar los procesos de la entidad. En la construcción del proceso de negocio se utiliza la herramienta BPMN (Business Process Modeling Notation), lenguaje estándar de modelado que permite realizar el análisis y diseño de los flujos de trabajo de los procesos administrativos. Este estándar agrupa la planificación y gestión de flujos de trabajo, así como el modelado y la arquitectura.

BPMN proporciona esencialmente una notación gráfica para el modelado de procesos de negocio, con un énfasis en el flujo de control, desde el nivel más simple al más complejo, dando soporte a la ejecución de los procesos. Los modelos BPMN son básicamente diagramas de flujos que incorporan construcciones adaptadas al modelo de proceso de negocios, como los diferentes tipos de divisiones o eventos, que permiten hacer un mejor uso de la gestión de procesos de negocio, ya que normaliza el método de notación que sirve como ayuda para la automatización de los procesos[22].

Por otra parte el analista debe trabajar conjuntamente con el ingeniero especializado en semántica, en la descripción de los términos que se emplearan en las actividades del proceso, con el objetivo de estructurar las ontologías de los documentos, es decir los campos que componen los formatos de los documentos, que posteriormente serán utilizados por los empleados en la ejecución de las actividades, tareas y validación del proceso.

Las actividades a desarrollar por el analista son las siguientes:

- i.* Definir los procesos: Esta actividad tiene como objetivo efectuar una descripción del proceso, determinando su alcance, estableciendo las interfaces con otros sistemas que intervienen en el proceso, identifica los empleados involucrados que lo ejecutan, y la norma (decretos, leyes) que se debe aplicar a cada actividad, establecidas por la entidad y entes externos como el Ministerio de Educación Nacional.
- ii.* Elaborar el modelo de proceso: El objetivo de esta actividad es realizar el análisis estructurado, analizando todos los elementos que intervienen en los procesos. Esta actividad se lleva a cabo para cada uno de los procesos y subprocesos de la entidad identificados en la actividad anterior (definición de procesos). Las tareas de esta actividad se realizan en paralelo y se retroalimentan continuamente con otras tareas ejecutadas en esta actividad, tales como los requisitos por parte de los directivos y profesionales encargados de ejecutar los procesos.

En la modelación de los procesos de negocio, el analista debe tener en cuenta en la definición, los siguientes elementos:

- Objetivos del proceso
- Entradas
- Salidas
- Recursos utilizados
- Secuencia de actividades
- Eventos que dirigen el proceso
- Métodos de comprobación y verificación
- Roles de los participantes involucrados en el proceso

Como se indicó anteriormente, en la tabla 3 y tabla 4, se da una breve descripción de la definición de los elementos que componen los procesos de planta de personal y selección de personal, actividad fundamental en el análisis y diseño que debe realizar el analista para estructurar correctamente los procesos.

Tabla 3. Elementos del modelado del proceso de planta de personal.

Elemento	Detalle	Proceso
Objetivo del proceso	Proporcionar los lineamientos que garanticen una efectiva y eficaz administración de la planta de personal docente y directivo docente en el Municipio de Santiago de Cali, brindando un servicio educativo de calidad y acorde a la normatividad vigente.	Planta de Personal
Entradas	Requerimientos y/o peticiones de los ciudadanos, Instituciones Educativas, MEN, lista de elegibles del proceso de selección de personal.	
Salidas/Resultados	Documentos (actos administrativos de ingreso, traslado, retiro, licencias etc.), diagrama de flujo de trabajo	
Recursos utilizados	Normativa (Leyes, decretos, normas), manual de procedimientos, funciones, sistemas que intervienen en el proceso, lenguaje estándar BPMN	
Secuencia de actividades	Definen el orden de ejecución de las actividades del proceso, como inicio, toma de decisiones y finalización.	
Eventos	Inicio, mensajes, tiempo y terminación del proceso	
Métodos de comparación y verificación	Validación de los documentos en el razonador semántico, y verificado por los directivos de la entidad encargados de aprobar y firmar los documentos.	
Participantes	Analista, Líder del proceso, usuarios expertos	
Técnicas	Diagramas de flujos de trabajo, normalización	

Tabla 4. Elementos del modelado del proceso de selección de personal.

Elemento	Detalle	Proceso
Objetivo del proceso	Proporcionar los lineamientos en la selección de personal, que garanticen el ingreso de docentes y directivos docentes idóneos en la planta de personal, y cumplan con el perfil para desempeñar los empleos convocados.	Selección de personal
Entradas	Requerimientos de las Instituciones Educativas	
Salidas/Resultados	Acto administrativo de inicio de la convocatoria, formatos de las pruebas, listado de elegibles de los participantes, listado de no elegibles, circulares, notificaciones, diagrama de flujo de trabajo	
Recursos utilizados	Normativa (Leyes, decretos, normas), manual de procedimientos, funciones, sistemas que intervienen en el proceso, lenguaje estándar BPMN, guías del MEN, instructivos de la comisión nacional del servicio.	
Secuencia de actividades	Definen el orden de ejecución de las actividades del proceso, como inicio, toma de decisiones y finalización.	
Eventos	Inicio, mensajes, tiempo y terminación del proceso	Selección de personal
Métodos de comparación y verificación	Validación de los documentos en el razonador semántico, y verificado por los directivos de la entidad encargados de aprobar y firmar los documentos.	
Participantes	Analista, Líder del proceso, usuarios expertos	
Técnicas	Diagramas de flujos de trabajo, normalización	

Estos elementos se pueden observar en los diagramas 5 y 6 del proceso de planta de personal y diagramas 7 y 8 de del proceso de selección de personal del capítulo 5, de casos de estudio de gestión de procesos administrativos para entidades educativas, donde se detallan los evento, actividades, secuencias y resultados del proceso.

Por lo tanto el objetivo principal del analista de procesos de negocio es describir cada proceso de negocio, especificando sus datos, actividades, tareas y reglas de negocio.

II. Análisis y especificación de los elementos semánticos del entorno de ejecución del proceso

El responsable de esta fase es un ingeniero especializado en semántica que realizará un estudio de los documentos manejados durante el proceso de negocio para especificar las ontologías necesarias que los modelen y que servirán para validarlos durante el proceso mediante el razonador del subsistema de gestión de conocimiento aplicando reglas concretas.

Como se mencionó anteriormente el ingeniero semántico debe definir las ontologías necesarias para los documentos administrativos tales como:

- Actos administrativos
 - Decretos de nombramiento, retiro, traslados, licencias, convocatorias, listados de admitidos, selección etc.
 - Informativo: circulares, formularios de inscripción y publicaciones web
 - Actas de posesión: notificación
- Tutelas (reconocimiento)
- Pruebas de conocimiento (aptitudes, competencias básicas y psicotécnicas)
- Solicitudes de los ciudadanos (Declaraciones oficiales)

Cada ontología consta de un conjunto de conceptos identificados como entidades relevantes en el dominio a modelar, un conjunto de relaciones, atributos, que describen los conceptos que ser propios o heredados.

Estas ontologías deben permitir capturar el conocimiento acerca de los tipos de los datos de entradas y salidas de los recursos, de forma que se pueda comprobar la compatibilidad entre ellos. Por otra parte debe permitir capturar, además, la composición de recursos, el uso de unos recursos por parte de otros y garantizar la compatibilidad interna entre los componentes.

III. Implementación y despliegue de los elementos especificados

En la última fase de la metodología, un desarrollador implementará y desplegará todos los elementos especificados en las fases anteriores, utilizando los lenguajes y tecnologías concretas para cada subsistema. Por ejemplo, deberá implementar los procesos de negocio en lenguaje BPEL o las ontologías en lenguaje OWL. Así mismo, se desarrollarán los componentes necesarios para la creación y despliegue de servicios RESTful en la plataforma de acceso a los procesos que proporcionará a los usuarios acceso a las funcionalidades del Framework, facilitando el acceso a los recursos, donde el usuario debe ser capaz de interactuar con un conjunto de variables de URIs, con el fin de verificar el estado del documento en el proceso y realizar la validación. En la sección 5.3 se detalla las tecnologías utilizada en cada subsistema, en la implementación del Framework.

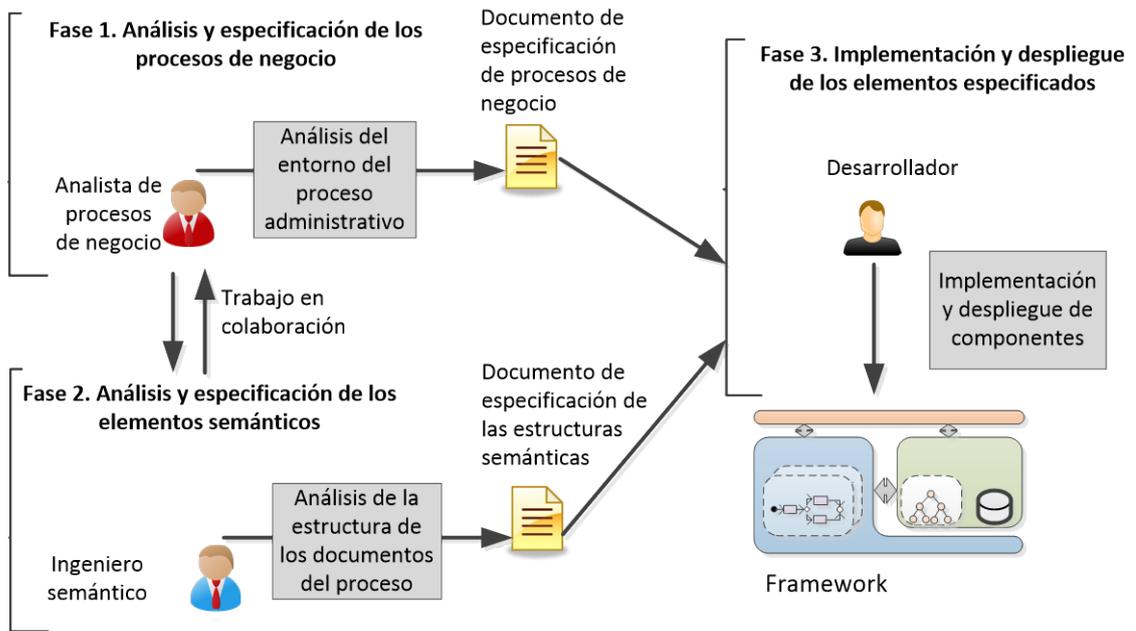


Figura 4. Esquema de la metodología para el desarrollo y despliegue de procesos administrativos mediante el Framework propuesto.

5 Caso de estudio: Gestión de procesos administrativos para entidades educativas

Para concluir el trabajo propuesto, se ha querido validar los mecanismos diseñados para el Framework descrito en el capítulo 3. Debido a que queda fuera del ámbito del presente Trabajo Fin de Máster, la validación del Framework propuesto ha sido realizada de forma teórica. Sin embargo, uno de los trabajos futuros planteados es el de realizar una implementación del Framework para comprobar su viabilidad en un escenario real. A continuación se da un esquema general de la Secretaria de Educación Municipal y los procesos que componen cada una de las subsecretarías.

Actualmente la Secretaria de Educación del Municipio de Cali, contiene una estructura organizacional que esta compuesta por tres subsecretarías: pedagógica, administrativa y de planeación. Estas subsecretarías administran las 22 comunas y 15 corregimientos, que a su vez están divididas por instituciones educativas. Las instituciones educativas se clasifican por sedes, y cada sede está estructurada de acuerdo a los cargos y áreas de conocimiento que requieren las instituciones educativas. En el momento la secretaria de educación administra 91 instituciones educativas y 332 sedes educativas, con una planta de personal de 7.600 docentes y directivos docentes, en las cuales están distribuidos los cargos y áreas de conocimiento, con base en el perfil de los docentes y directivos docentes, como se puede observar en el diagrama de la Figura 5.

Este trabajo esta enfocado a la gestión administrativa de los procesos de las instituciones educativas, una de las características de estos procesos es la comunicación que debe existir entre los usuarios encargados de ejecutar las tareas que interviene en los procesos de la organización y la articulación de los mismos con el objetivo de lograr un correcto funcionamiento. En la actualidad el macro proceso de Gestión de Talento Humano, esta encargado de la parte administrativa de la organización y cuenta con los siguientes procesos:

- a.* Planta de personal
- b.* Selección de personal
- c.* Administración de la nómina
- d.* Bienestar y seguridad social
- e.* Evaluación de desempeño
- f.* Prestaciones económicas y sociales
- g.* Tiempos de servicio

Las tareas contenidas en estos procesos, se llevan a cabo por usuarios responsables de confirmar, modificar, o agregar información a lo largo de la ejecución de los

mismos. Estos procesos al no estar bien definidos por técnicas de modelado de procesos de negocio, validación de documentos por medio de razonadores y ontologías en la definición de los conceptos (términos manejados en los procesos), presentan varios inconvenientes en la ejecución de las tareas, coordinación, colaboración, y por parte de los usuarios desconocimiento en la utilización de los conceptos ya que son interpretados de diferentes formas, no existe una representación semántica de los datos y la información. Y por otra parte no hay integración e interoperabilidad entre los sistemas de información.

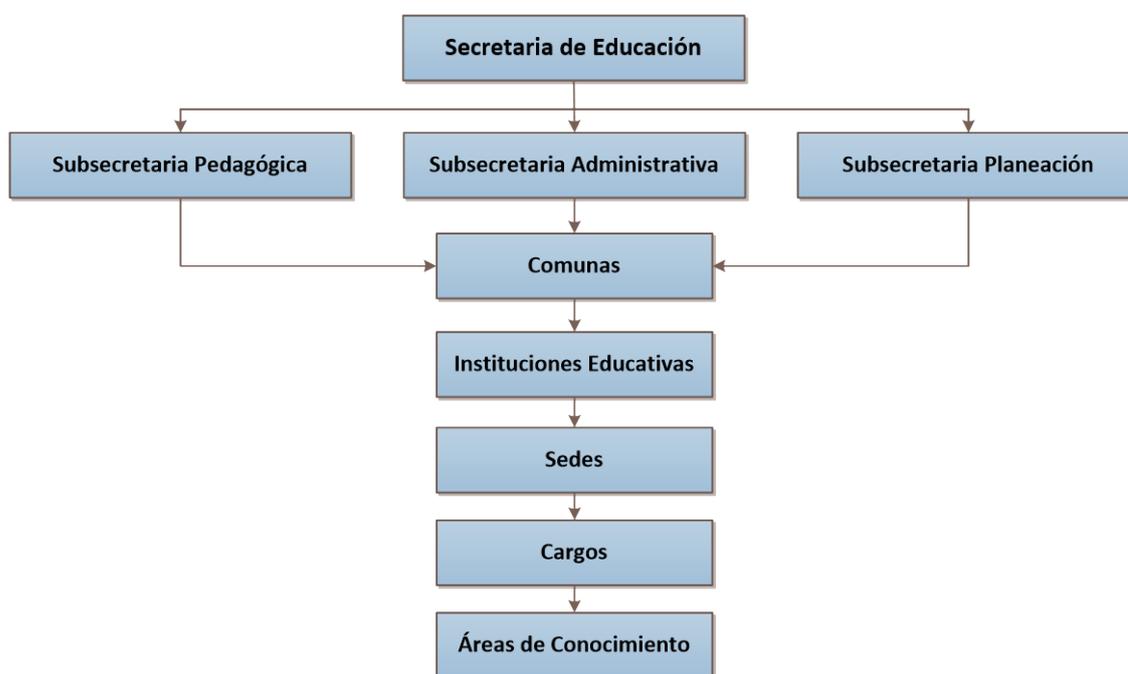


Figura 5. Diagrama de la Secretaría de Educación del Municipio de Cali

Con el objetivo de dar solución a estos problemas, se propone un Framework semántico, que se encargara de gestionar correctamente los flujos de trabajo, especificados en los procesos, y por otra parte las descripciones semánticas de los documentos soportados por una red de ontologías. En estos flujos de trabajo se detallan los procedimientos, tareas y se especifica el rol de los empleados que ejecutaran las tareas en los distintos procesos. Las ontologías de los documentos administrativos junto con los repositorios de conocimiento permitirán guiar a los empleados en la elaboración de los actos administrativos y documentos que se generan en cada proceso. Por otro lado podrán reutilizar los recursos en la generación de nuevos documentos, analizarlos por medio de razonadores semántico que permita

verificar la validez de los mismos, con la finalidad de ofrecer un mejor servicio a los ciudadanos e instituciones educativas, con eficiencia y eficacia. Para el Framework propuesto se ha seleccionado el proceso de planta de personal y selección de personal, procesos de la gestión administrativa de la Educación, encargados de la administración de planta y personal e ingreso de docentes de acuerdo al perfil requerido por los establecimientos educativos.

5.1 Validación teórica mediante procesos administrativos

5.1.1 Ontología de documentos para procesos de entidades educativas

Para aprovechar las capacidades del subsistema de gestión de conocimiento (entre otras, validación automática de documentos, interoperabilidad y reutilización) se ha especificado una ontología escrita en OWL¹⁰ (Web Ontology Language), lenguaje que proporciona terminología interpretable por la web para la creación de estructuras ontológicas, brindando integración e interoperabilidad de datos descriptivos entre los sistemas de información de la entidad. Para la implementación de esta ontología se utilizó la herramienta de desarrollo Protégé¹¹. Esta ontología describe los documentos de los procesos de planta y selección de personal, como se indica en la Figura 6. Incluye definiciones de los conceptos básicos relacionados con un dominio, así como las relaciones entre ellos, de tal forma que por medio de los sistemas se pueda codificar el conocimiento, haciéndolo extensible y reutilizable. Con la integración de los aspectos anteriores, la entidad podrá contar con herramientas tecnológicas eficientes de comunicación, y organización de la información, de tal forma que el conocimiento organizacional podrá ser gestionado, categorizado, retroalimentado y utilizado en la elaboración de nuevos documentos (reutiliza datos y documentos entre los usuarios de la entidad).

Para ello se ha definido una clase de orden superior (documento) que especifica los campos genéricos existentes en los diferentes documentos que componen la ontología. A partir de esta entidad se obtienen documentos legales entre los cuales están los actos administrativos y pruebas de los que se derivan los decretos de nombramiento, retiro, traslados, licencias, comisiones, asignación de funciones, sanciones, convocatoria, listado de admitidos y selección. Por medio de la generación de los decretos se da paso a la elaboración de los actos administrativos como son: las actas de posesión y las circulares que en su momento son publicadas y notificadas a las instituciones educativas y en el caso de selección de personal a los aspirantes.

¹⁰ <http://www.w3.org/2004/OWL/>

¹¹ <http://protege.stanford.edu/>.

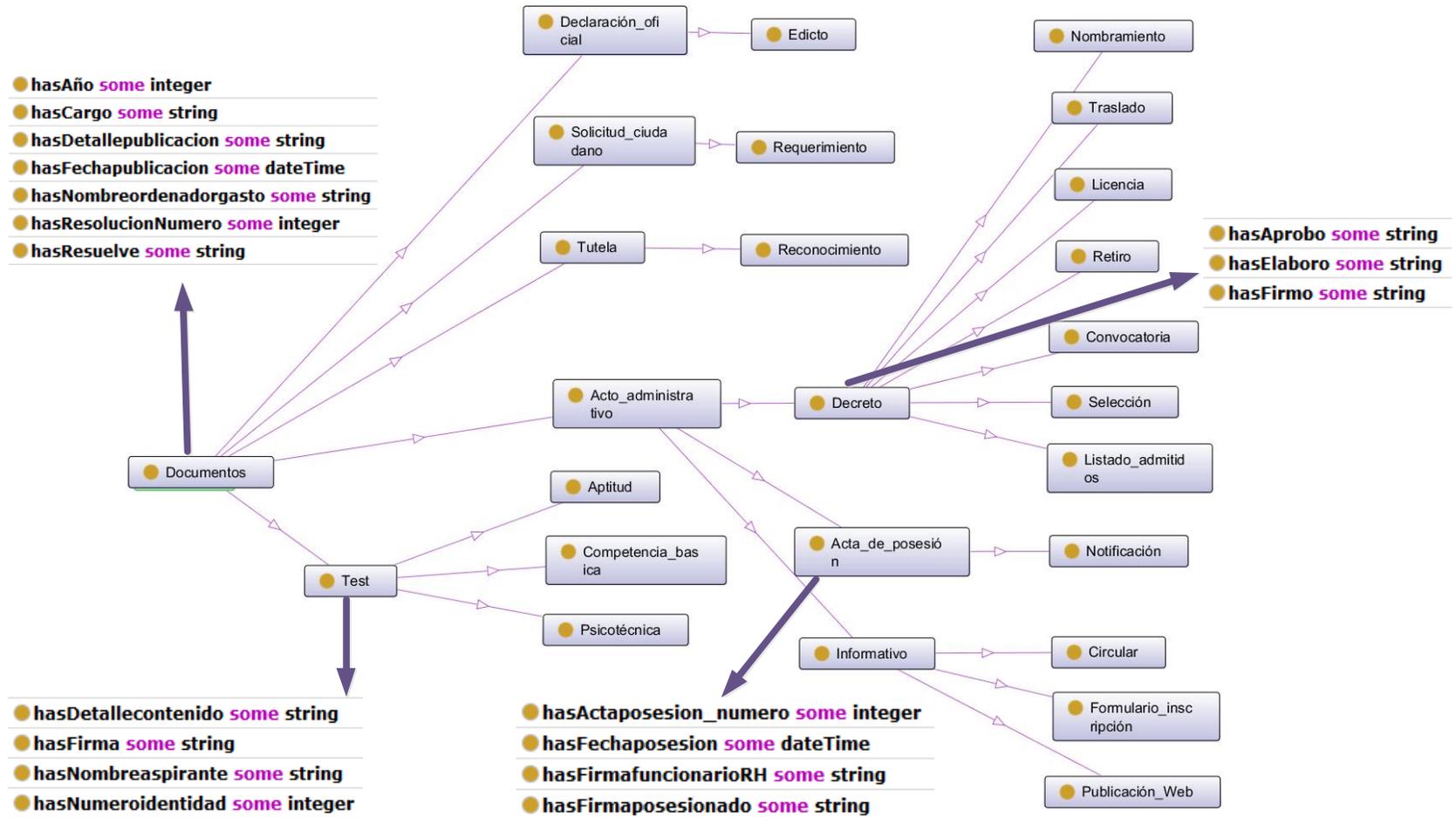


Figura 6. Ontología de definición de documentos para procesos de entidades educativas.

Ambos procesos tienen en común varias clases, tales como: *declaración_oficial*, *solicitud_ciudadano*, *tutelas*, y *acto_administrativo*. De igual forma cada proceso genera documentos propios, en este caso para planta de personal como se observa en la ontología, de la clase documento, se despliega la subclase de *acto_administrativo*, de este a su vez la subclase de *decreto*, dando paso a la subclase de *nombramiento*, donde se despliegan las subclases de *traslado*, *licencia*, y *retiros*. Por otra parte, la subclase de *acta_de_posesión*, es usada cuando el empleado ha sido notificado posteriormente por una de las subclases de *decreto*. En el proceso de selección los documentos propios que se manejan en el proceso son: de la clase superior documentos, la subclase de *Test* y de la subclase de *decreto*, la convocatoria, selección, y listado de admitidos, dando lugar a las subclases de *formulario_inscripción* y *publicación_web*.

5.1.2 Proceso A: Planta y personal

El proceso de planta de personal administra toda la información de la vida laboral de los empleados con base en los requerimientos realizados por los usuarios y los establecimientos educativos, indica por otra parte las relaciones contractuales entre el empleado y el empleador. Proporciona los lineamientos que garanticen una efectiva y eficaz administración de la planta de personal, de los docentes y directivos docentes de la Secretaria de Educación del Municipio de Cali, con el fin de brindar a la comunidad e instituciones educativas un servicio educativo de calidad y sobre todo acorde a la jurisprudencia vigente (Leyes, normas, decretos).

En la actualidad la Secretaria de Educación, en el proceso de planta de personal, presenta varios inconvenientes, debido los problemas de coordinación, colaboración y la articulación de las actividades y tareas que intervienen en el proceso, ejecutadas por parte de los empleados, como se puede observar en la Figura 7. Estos problemas se clasifican en dos grupos, primero, la definición de los flujos de trabajo dentro del modelado de los procesos de negocio, implica, que al no estar especificados los procedimientos, tareas, actividades y roles en el proceso, no se pueden identificar las relaciones entre los grupos de tareas, esto quiere decir que no existe una especificación clara en los tiempos de ejecución de cuando inicia y termina una tarea, para dar inicio a otra, también que empleados son los encargados de ejecutarlas, ya que pueden ser ejecutadas al mismo tiempo por varios empleados. Segundo, el desconocimiento por parte de los empleados de las tareas ejecutadas en el proceso en la mala interpretación de los conceptos. Este punto se refiere a que cada empleado interpreta de diferente forma los conceptos que se manejan en las tareas del proceso (criterios no unificados).

Todos estos factores reflejan en la organización las carencias en la gestión y coordinación del proceso, lo que implica el incumplimiento en algunas tareas y la prestación del servicio oportuno a los ciudadanos e instituciones educativas.

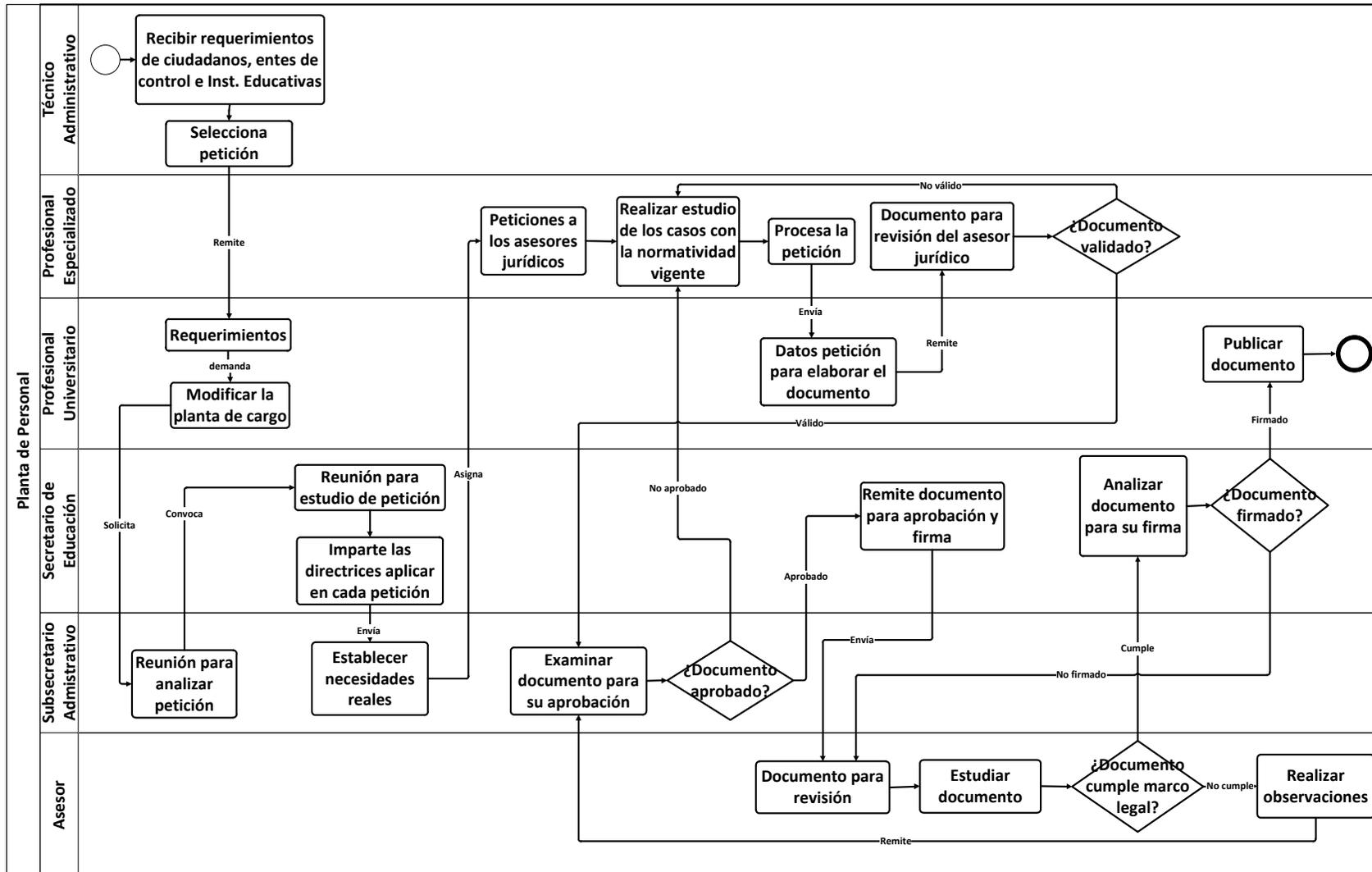


Figura 7. Proceso Planta de Personal

Las tareas que se ejecutan en este proceso son:

- i.* Recibir los requerimientos por parte de los ciudadanos, entes de control e Instituciones Educativas, posteriormente realizan una clasificación de las peticiones. La entidad no posee formatos estándar para cada tipo de requerimiento, motivo por el cual la clasificación de los mismos es más dispendiosa, al momento de clasificar las peticiones realizadas por la comunidad en general.
- ii.* Tarea 2, remiten los requerimientos a la empleada encargada de elaborar los documentos (actos administrativos), y administrar la planta de cargos.
- iii.* Tarea 3, solicita reunión con el Subsecretario Administrativo, la empleada encargada de elaborar los actos administrativos, con el objetivo de analizar las peticiones solicitadas, con base en el número de cargos existentes en la planta de personal. El subsecretario administrativo a su vez convoca una reunión con el Secretario de Educación para verificar la viabilidad de las peticiones, este directivo imparte las directrices que se deben aplicar a cada caso. Por otra parte en la subsecretaria administrativa deben establecer las necesidades reales solicitadas por las instituciones educativas y comunidad en general, analizando cada caso de acuerdo al marco legal vigente, para proceder a elaborar los documentos con base en las peticiones. La entidad actualmente no cuenta con sistemas que soporten, la estructura y marco legal de los documentos, por medio de razonadores semánticos y ontologías de documentos específicos, que permitan estructurar y definir los parámetros que debe contener cada documento, con el objetivo de reutilizar estos recursos en la elaboración de nuevos documentos.
- iv.* Tarea 4, verifica si el documento cumple con el marco legal, el profesional especializado encargado del área jurídica, si el documento cumple lo remite al subsecretario administrativo quien analiza el documento para su aprobación, si el documento no es aprobado lo remite de nuevo al área jurídica, y se inicia de nuevo todo el procedimiento. Si el documento es aprobado se remite al secretario de educación, para su aprobación y firma, quien a su vez remite los documentos a su grupo de asesores jurídicos encargados de revisar la estructura y el marco legal de los documentos. Si los documentos están acordes a los parámetros establecidos en cuanto a la estructura y marco legal, se remite al secretario de educación, para su análisis, aprobación y firma, sino es enviado con las observaciones pertinentes al subsecretario de educación, ejecutándose de nuevo cada tarea del proceso. Al no tener definidos los conceptos que se utilizan en la ejecución de este proceso, los empleados le dan diversas interpretaciones,

ocasionando retraso en la realización de cada tarea y teniendo que ejecutar desde el inicio el proceso, lo que implica la mal gestión de los recursos.

- v. Tarea 5, remiten el documento para ser analizado, aprobado y firmado por el secretario de educación, con el objetivo de darle validez al documento (acto administrativos) y poder ser publicado. Si el documento cumple con el marco legal, es enviado al empleado encargado de elaborar los documentos, para que realice la publicación del mismo. Si el documento no cumple con los parámetros, es enviado a los asesores jurídicos, repitiéndose de nuevo todo el proceso.

Este proceso presenta varios inconvenientes, como se mencionó anteriormente, debido a la falta de coordinación, colaboración, y unificación de criterios para la toma de decisiones, por otra parte no cuenta con los sistemas y tecnología que facilitan la integración de estos componentes.

Este proceso es ejecutado por 3 profesionales universitarios, 1 técnicos administrativos y 2 profesional especializado en la parte jurídica, pero adicional a este equipo de trabajo, los actos administrativos deben ser analizados y aprobados por el Subsecretario Administrativo, que a su vez los remite al Secretario de Educación Municipal, empleado de nivel directivo con facultad para aprobar y firmar los documentos de la entidad, dándoles validez, para su publicación.

Uno de los grandes problemas en este proceso es la interpretación inadecuada de los conceptos por parte de los usuarios y su elaboración, ya que al no tener unificado estos criterios, la elaboración de los documentos es dispendiosa y no cumple con los tiempos de ejecución de las tareas, no obstante tampoco es aplicado correctamente el marco legal (Jurisprudencia). En la mayoría de los casos se detecta que la información registrada en las plantillas de los documentos carece de bases jurídicas y la información insertada en los campos de los formatos no corresponde a la especificación del campo. Adicionalmente este tipo de problemas no se puede prevenir a tiempo, porque no hay un sistema que valide las tareas que se ejecutan y verifique que cumple con los parámetros establecidos. Debido a estos inconvenientes, cada acto administrativo pueden tardar en elaborarse aproximadamente 15 días, y al no tener la entidad un sistema de detección de fallos, este proceso puede ser devuelto a la fase inicial.

Para validar el Framework propuesto y con base en la experiencia de la autora en la Secretaria de Educación del Municipio de Cali, se ha seleccionado el proceso de planta de la gestión de los procesos administrativos de la educación. Este proceso se encarga de recoger los requerimientos realizados por las instituciones educativas y comunidad en general. Posteriormente se analiza la viabilidad de cada caso y se generan los diferentes actos administrativos que son publicados por la entidad.

Descripción del proceso administrativo de planta de personal

En el proceso administrativo de planta, como se mencionó anteriormente, se analizan los requerimientos de los usuarios y posteriormente se producen los actos administrativos. Este proceso está compuesto por tres tareas (ver Figura 8):

- i.* Se obtienen los requerimientos a partir de las instituciones educativas y los ciudadanos, que son la base para la elaboración de los actos administrativos. Estos documentos son redactados por un profesional especializado con un amplio dominio en el marco legal y el funcionamiento del proceso de planta. Estos actos administrativos son enviados al Framework donde el subsistema de gestión de conocimiento lo analiza mediante un razonador semántico, verificando la validez de los mismos en base a la ontología de documentos administrativos especificada. Si el documento es válido, se almacena en el repositorio de conocimiento y se pasa a la Tarea 2.
- ii.* En la Tarea 2, se notifica al empleado encargado (Subsecretario administrativo) mediante un correo electrónico que tiene documentos pendientes por aprobar. Se le proporciona una URI a través de la cual puede recuperar el documento concreto y lo analiza para su aprobación. Si el documento está correcto es aprobado y pasa a la Tarea 3, en caso contrario es devuelto a la Tarea 1.
- iii.* En la Tarea 3, se notifica al secretario de educación, empleado encargado de firmar el documento para darle validez, por medio de un correo electrónico indicando que tiene documentos pendientes por firmar. Se le proporciona una URI a través del cual puede recuperar el documento y firmarlo, si procede.
Si el documento es firmado, éste es validado y almacenado en el repositorio de conocimiento. En caso de ser rechazado, el documento sería devuelto a la tarea anterior.

Se puede concluir que con la utilización de este Framework el margen de error en la elaboración de los documentos se reducirá notablemente, permitiendo de esta forma a los empleados ser más eficientes en la ejecución de las tareas que componen los procesos. De igual forma los ciudadanos e instituciones educativas podrán obtener oportunamente las respuestas a sus requerimientos por medio de estos actos administrativos. Por otro lado la duplicidad de tareas ya no se presentará porque el Framework se encarga de coordinarlas apropiadamente durante el proceso, porque han sido previamente definidos los flujos de trabajo, con la utilización de técnicas de modelado de procesos de negocio.

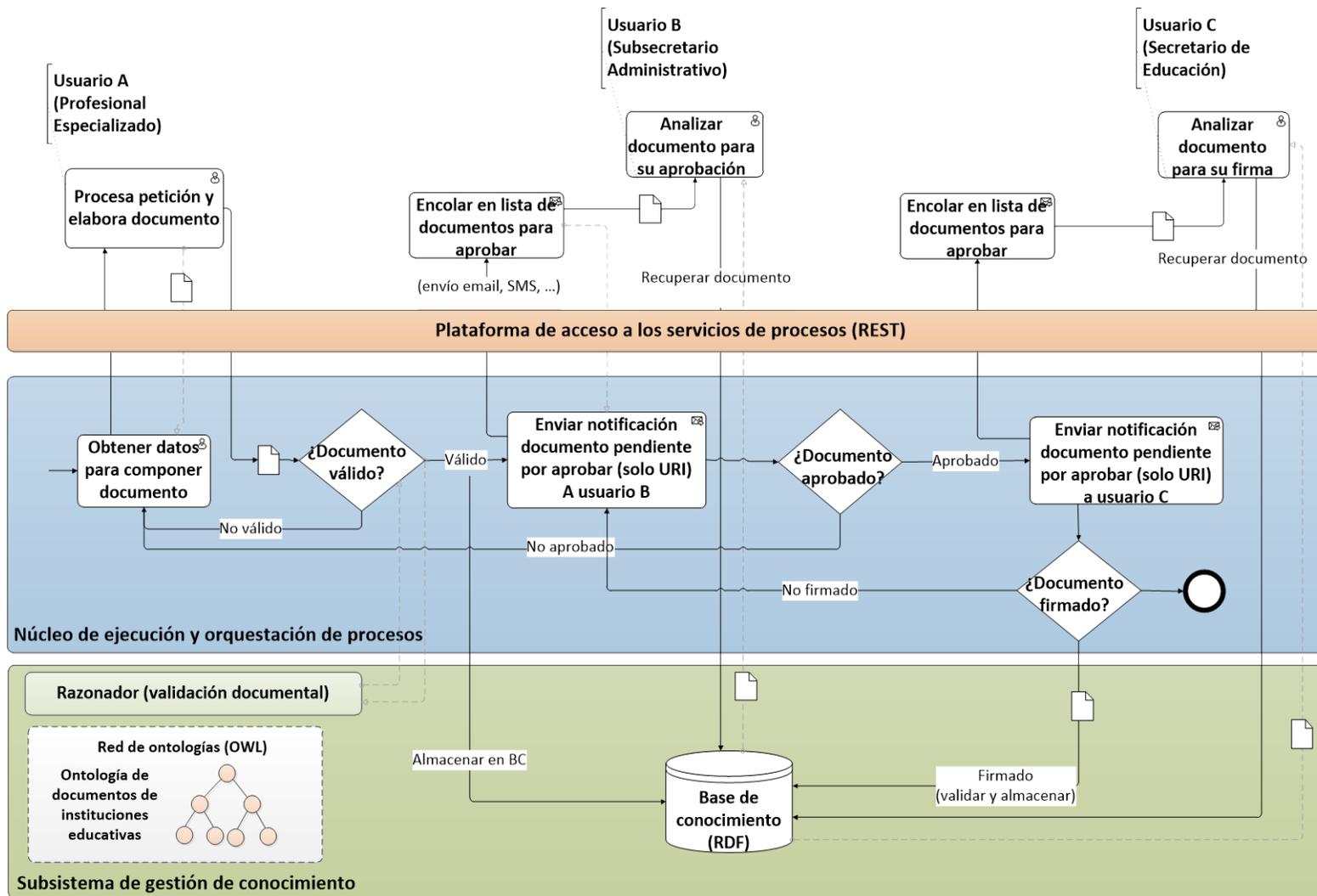


Figura 8. Caso de estudio de aplicación proceso administrativo de planta y personal de la Secretaria de Educación del Municipio de Cali mediante el Framework propuesto.

Es muy importante resaltar que con la reutilización de los recursos existentes y los razonadores semánticos que se encargan de verificar la validez, mediante las ontologías de documentos administrativos específicos, la entidad obtendrá mayor optimización en la ejecución de los procesos.

5.1.3 Proceso B: Selección de personal

Este proceso se encarga de recoger los requerimientos realizados por las Instituciones Educativas y proveer los cargos de las vacantes definitivas o temporales de las mismas, con el objetivo de garantizar la selección de docentes idóneos en las diferentes áreas de conocimiento, ofrecer un mejor servicio y calidad de la educación.

A continuación se detallan dos subprocesos que hacen parte del proceso de selección de personal, con base en las situaciones administrativa que se presentan en la entidad como son: suplir cargos por vacantes definitivas, aquí se ejecuta el subproceso de concurso y suplir cargos por vacantes temporales, en este subproceso la entidad se encarga de realizar la selección y gestionar las vacantes con personal provisional (interino).

a. Concurso docente

Este subproceso proporciona los lineamientos necesarios, para garantizar el ingreso de docentes y directivos docentes competentes a la planta de personal de la entidad, con base en el mérito, mediante un sistema que permita la igualdad de condiciones, de quienes demuestren poseer los requisitos necesarios para desempeñar los cargos publicados en la convocatoria.

b. Selección

Proporciona las bases que permiten seleccionar el personal que posea las mejores condiciones de conocimiento, experiencia y requisitos para desempeñar los cargos vacantes temporales, ajustándose a los perfiles solicitados y requeridos en la publicación de los cargos por la administración pública. En este subproceso se analizan las vacantes temporales generadas por las situaciones administrativas que se presentan en la entidad, como son; licencias por enfermedad, maternidad, suspensiones etc., dando lugar a clasificar los aspirantes por área de conocimiento y aplicar las pruebas correspondientes de acuerdo al perfil.

Actualmente estos subprocesos presentan varias inconsistencias debido a la mal utilización de la información por parte de los empleados encargados de ejecutar las tareas, y la desarticulación existente entre las tareas de los subprocesos, ocasionando que estas sean ejecutadas simultáneamente por dos áreas. En el diagrama de flujo de la

Figura 9, se representa la secuencia de pasos que sigue actualmente la entidad, para ejecutar en el proceso de selección de personal¹² de acuerdo a la normatividad legal.

Subproceso de concurso docente:

- i.* La entidad debe determinar el número de empleados que se requieren en las Instituciones Educativas y sus respectivas sedes. Por otra parte establece los parámetros de selección para los empleos vacantes. Teniendo en cuenta el tipo de vacante que se genera en la entidad, es decir si la vacante es definitiva, le da paso al subproceso de concurso, sino se ejecuta el proceso de selección, subproceso encargado de suplir las vacantes temporales de la entidad (interinidad). Para el caso de vacantes definitivas, indica el perfil de los cargos y solicita al Ministerio de Educación Nacional (MEN) el certificado de disponibilidad presupuestal y el cronograma de actividades (para la aplicación de las pruebas de aptitudes, competencias y psicotécnicas), para dar inicio al subproceso de concurso docente. Este certificado de disponibilidad es enviado al proceso de Gestión de presupuesto, donde se ingresa la partida presupuestal, especificando la utilización del presupuesto en cada fase del subproceso de concurso. El proceso de gestión de presupuesto, remite el certificado de disponibilidad presupuestal al proceso de planta de personal, para que elabore y expida el documento de la convocatoria (acto administrativo).
- ii.* Tarea 2, en el subproceso de concurso docente se publica el acto administrativo que permite dar inicio.
- iii.* Tarea 3, se realiza la convocatoria y se publica el acto administrativo con los cargos vacantes. Como se puede observar en el diagrama de la Figura 6, el proceso de selección de personal no contiene un sistema de validación y detección de fallos, para los subprocesos, lo que ocasiona la generación repetitiva de errores en la elaboración de los documentos, esto conlleva a que las tareas de las actividades del proceso tengan que ser ejecutadas desde el inicio, generando atrasos en los tiempos de ejecución de las tareas del proceso como tal, incumplimiento con el cronograma establecido por la entidad, y atrasos en los procesos que se retroalimentan de este.
- iv.* Tarea 4, publican la URL que contiene el formulario de inscripción en la página web de la entidad, obtienen por parte de los participantes los formularios tramitados, entregan un recibo que certifica que están incluidos en el subproceso concurso. De igual forma para validar el formulario, la entidad no tiene un sistema que verifique que los campos del documento sean válidos, es decir que estén tramitados correctamente. En esta tarea la

¹² <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-233970.html>

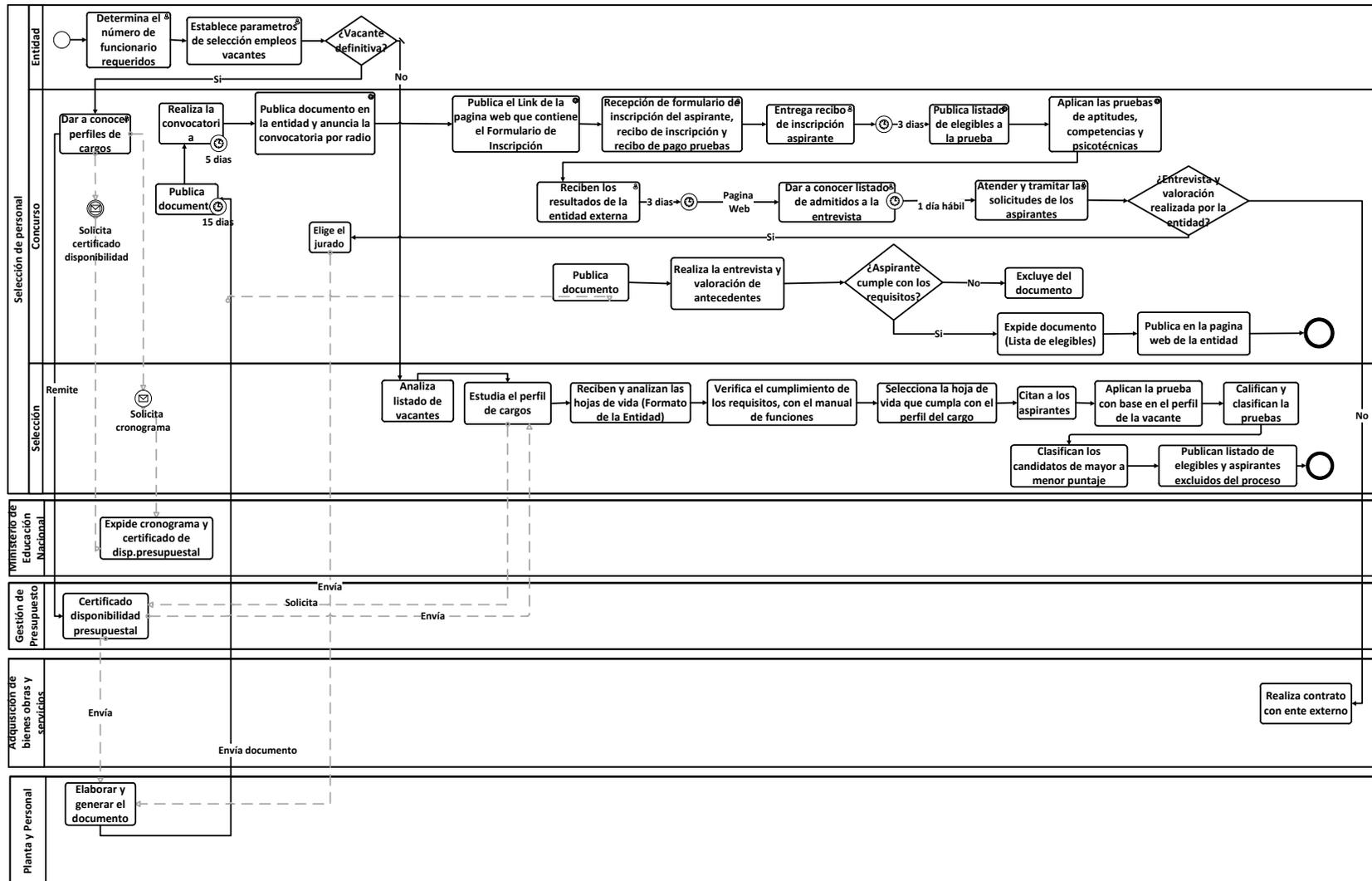


Figura 9. Proceso selección de personal

entidad debe revisar y analizar los formularios manualmente, lo que ocasiona pérdida de recursos tanto en tiempo, como en el factor humano.

- v. Tarea 5, publican el listado de los aspirantes elegibles a presentar las pruebas. Aplican las pruebas de:
- Aptitudes, evalúa las habilidades de los aspirantes para hacer un uso apropiado del lenguaje y por otra parte para resolver diversas situaciones presentadas en un contexto matemático.
 - Competencias, en esta fase se evalúa el grado de dominio a nivel profesional, de los conocimientos básicos de los aspirantes.
 - Psicotécnicas, evalúa las actitudes, motivaciones e intereses que ponen en juego, cuando se abordan situaciones propias de los procesos pedagógicos o de gestión institucional.

Los resultados de las pruebas son enviados por un ente externo, en este caso el ICFES¹³ (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior), y generan un documento que contiene la lista de admitidos, que continúan con la fase de la entrevista.

- vi. Tarea 6, atender y tramitar los requerimientos o solicitudes realizadas por los aspirantes, que no están conforme con la calificación de las pruebas.
- vii. Tarea 7, analizan si la entidad será la encargada de realizar la entrevista o un ente externo, si la realiza la entidad el proceso de planta generar el acto administrativo donde se nombre el jurado, si es un ente externo, se remiten los soportes necesarios al proceso de adquisición de bienes y servicios, para que inicie a elaborar el contrato laboral y posteriormente sea remitido al proceso de planta de personal para la elaboración del acto administrativo.
- viii. Tarea 8, publican el acto administrativo, que contiene la lista de personas que serán los jurados en el proceso. Estos empleados realizan las entrevistas a los aspirantes y verifican que cumplan con los requisitos de los antecedentes y hoja de vida. En esta tarea se genera dos documentos, uno que contiene la lista de elegibles de los aspirantes que han superado todas las pruebas, y otro la lista de los aspirantes que han quedado por fuera del proceso.

Como se puede observar, actualmente este proceso no presenta sistemas de prevención de fallos, en cuanto a la verificación y validación de los documentos (actos administrativos), por consiguiente muchas de las tareas de estos subprocesos se deben repetir constantemente, porque no han sido elaboradas correctamente, o en otros casos por la interpretación inapropiada que los empleados le dan a los diferentes conceptos

¹³ www.icfes.gov.co/

y/o términos utilizados en el proceso, afectando la toma de decisiones en la solución que la administración pública le da a los requerimientos realizado por los ciudadanos e instituciones educativas. En la mayoría de veces se detecta que el documento no cumple con todos los parámetros establecidos tanto legal como estructural, cuando se entrega al funcionario encargado de darle validez al documento, en este caso el Secretario de Educación.

Subproceso de selección:

Este subproceso como se mencionó anteriormente se ejecuta cuando se presentan en la entidad vacancias temporales, por las diversas situaciones administrativas que se dan como: licencias por enfermedad, suspensiones, maternidad etc. A continuación se detallan cada una de las tareas a ejecutar:

- i.* Analizan el listado de vacantes temporales, de igual forma estudian el perfil de los cargos y solicitan al MEN, el certificado de disponibilidad presupuestal.
- ii.* Tarea 2, reciben y analizan el formato de hoja de vida de la entidad, verifican que cumpla con el manual de funciones de la entidad. No existe una ontología específica que facilite la elaboración y la validación por medio de razonadores del documento como tal.
- iii.* Tarea 3, seleccionan las hojas de vida que cumplan con los requisitos, y citan a los aspirantes a la presentación de la prueba con base en el perfil del cargo.
- iv.* Tarea 4, califican las pruebas y las clasifican de acuerdo a los puntajes de mayor a menor.
- v.* Tarea 5, Elaboran el documento (acto administrativo), con el listado de los aspirantes elegidos y otro con los aspirantes que han quedado por fuera del proceso, en el caso de no cumplir con los requisitos exigidos por la entidad.

Como ya se comentó anteriormente, el proceso de selección de personal no contiene en los subprocesos de concurso de docentes y selección, sistemas que verifiquen la validez de los documentos, por medio de ontologías que defina los aspectos procedimentales, con base en los parámetros establecidos por la entidad. Por otra parte no contiene repositorios o bases de conocimiento que almacenen la información insertada en los formatos y/o plantillas de documentos que maneja la entidad en sus procesos, que facilite el procesado de la información y la elaboración de los documentos.

Con el fin de dar solución a este tipo de inconvenientes, se describe a continuación el proceso de selección de personal, con las tareas a ejecutar por medio del Framework

semántico propuesto, que facilitara la gestión y elaboración de los documentos en los procesos administrativos de la entidad.

Descripción del proceso administrativo de selección de personal

En el proceso de selección de personal, como se indica anteriormente, se analizan los requerimientos realizados por las instituciones educativas y se procede a elaborar los actos administrativos, que genera la ejecución de los subprocesos de concurso y selección. Este proceso está integrado por 4 tareas (ver Figura 10).

- i.* Por medio de los requerimientos realizados por las instituciones educativas, la entidad determina el número de cargos que se requieren para suplir las necesidades de las instituciones educativas, que son la base para realizar los actos administrativos. Estos documentos son redactados por un profesional especializado con amplios conocimientos en la parte legal, perfiles de los cargos y el funcionamiento del proceso de selección de personal. Estos documentos son enviados al Framework donde el subsistema de gestión de conocimiento los analiza por medio de un razonador semántico, comprobando la validez de los documentos en base a la ontología de documentos administrativos especificada para este proceso. Si el documento se ha elaborado correctamente y es válido se almacena en el repositorio de conocimiento, se realiza la convocatoria y se publica en la página web de la entidad la dirección URL, donde los aspirantes pueden obtener el formulario de inscripción. Este formulario de igual forma se valida en el razonador semántico y se verifica la estructura del formato en base a la ontología de documentos, si es válido el formulario se almacena en el repositorio de conocimiento y pasa a la tarea 2.
- ii.* En la tarea 2, se envía notificación por medio de un correo electrónico al usuario encargado de aprobar los documentos en este caso (Subsecretario pedagógico), quedando en lista de espera para ser analizados por el funcionario. Se le proporciona una URI al funcionario con la cual puede recuperar el documento y analizarlo para su respectiva aprobación. Si el documento es aprobado pasa a la tarea 3, sino es devuelto a la tarea 1.
- iii.* En la tarea 3, se notifica al secretario de educación, funcionario encargado de firmar los documentos para dar validez a los mismos, por medio de un correo electrónico donde se indica los documentos que están pendientes por firmar. Se le suministra una URI, a través de la cual recupera el documento y lo firma si es procedente y esta acorde a la jurisprudencia legal tanto nacional como institucional. Si el documento ha sido firmado, se valida,

almacena en el repositorio de almacenamiento y pasa a la tarea 4. Si el documento no ha sido firmado se devuelve a la tarea 2.

- iv.* En la tarea 4, se realizan las pruebas de aptitudes, competencias básicas y psicotécnicas a los aspirantes, estas pruebas son ejecutadas por un comité formado por varios profesionales especializados con amplios conocimientos en el marco legal, jurisprudencia y proceso de selección de personal. Los documentos son procesados y validados. Con base en esta información, el comité de profesionales especializados redactan el acto administrativo que contiene la lista de los aspirantes elegidos para la siguiente fase, este documento a su vez debe ser validado por la tarea 2 y 3. Si el documento es firmado se válida y se almacena en el repositorio de conocimiento. Posteriormente se realiza la entrevista y valoración de los antecedentes de los aspirantes. En caso de que el aspirante no cumpla con los requisitos se da por terminado el proceso. Si el aspirante cumple con los requisitos se validan los datos y elaboran un acto administrativo con la lista de elegibles que debe ser validado en la tarea 2 y 3, si el documento es correcto se valida y almacena en el repositorio de conocimiento, se pública la lista de elegibles y termina el proceso, en caso contrario se devuelve a la fase anterior (validación tarea 2 y 3).

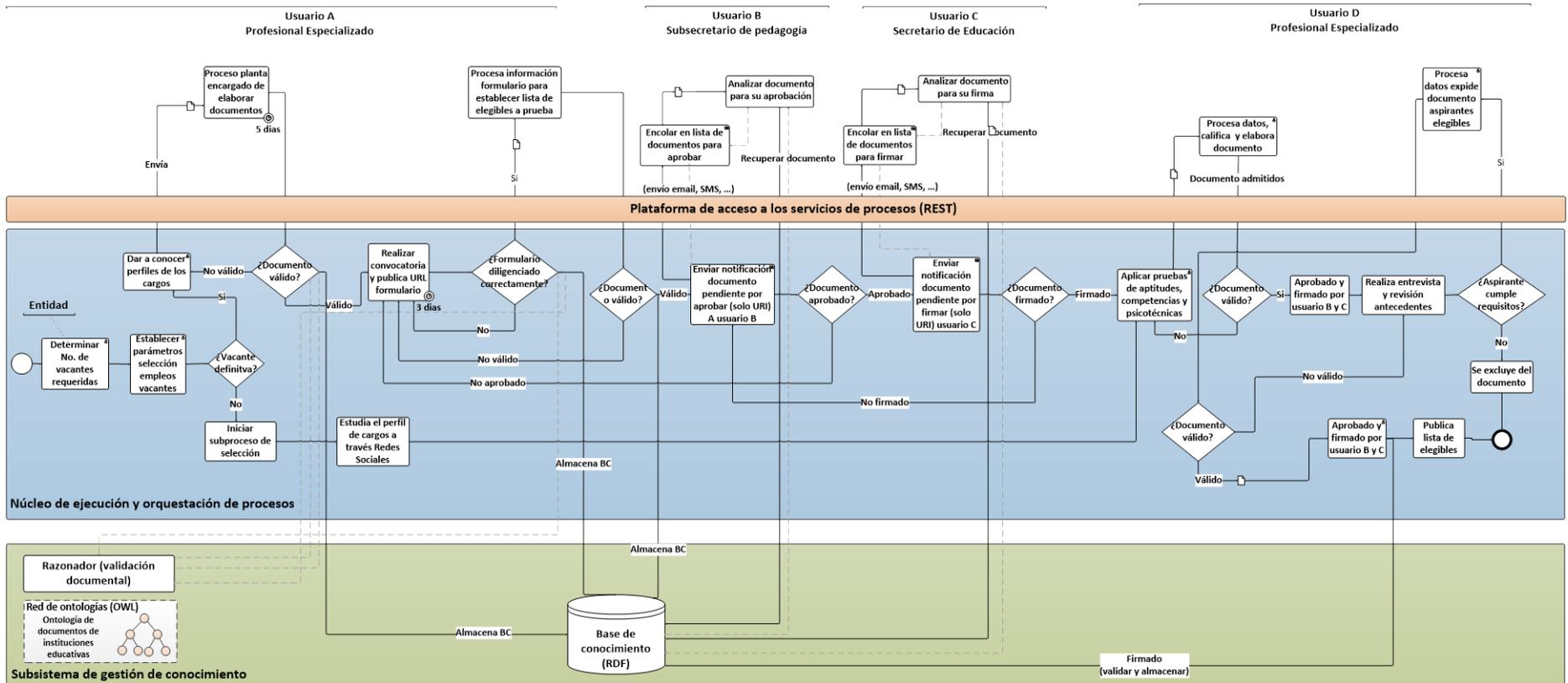


Figura 10. Caso de estudio de aplicación proceso administrativo de selección de personal de la Secretaria de Educación del Municipio de Cali mediante el Framework propuesto.

5.2 Conclusiones de mejoras en procesos administrativos con el Framework propuesto

Como resultado final de este capítulo, se puede concluir que el Framework Semántico propuesto permite optimizar los procesos presentados en el caso de estudio. Este Framework tiene en cuenta dos bases que facilitan el mejoramiento continuo de los procesos de la entidad. En primer lugar se modelan los procesos de negocio, donde se define: la estructura de datos que se empleara en las actividades del proceso, los roles de los usuarios que realizaran y ejecutaran las actividades y la definición de las actividades de los procesos y sus relaciones. Esta primera base permite coordinar y articular correctamente los procesos de planta de personal y selección de personal, reduciendo el tiempo de ejecución de los procesos y el índice de error. En segundo lugar los documentos se soportan por una red de ontologías de dominio como una forma efectiva para la representación del conocimiento procedimental y como medio útil para los expertos de dominio en semántica, y los empleados (usuarios) encargados de validar los documentos. Como se puede observar en la figura 6 y 8, los documentos son verificados por los empleados encargados de elaborar y darle validez al documento, por medio de un razonador semántico. Por otra parte estos documentos son almacenados en un repositorio de conocimiento, para poder ser recuperados posteriormente por otros procesos. Esto facilita la coordinación y colaboración entre los empleados involucrados en el proceso, verificando en tiempo real las inconsistencias presentadas, que serán corregidas. Este Framework semántico tienen los siguientes beneficios:

- En la utilización del sistema, se mejora la flexibilidad y adaptabilidad de los flujos de trabajo de la entidad, teniendo en cuenta la definición estructurada de los procesos de negocio que facilitan la coordinación y colaboración de los procesos de la entidad. Además proporciona una descripción de las tareas cuyos parámetros están disponibles en tiempo de ejecución, haciendo más flexible su utilización.
- Reduce en los usuarios la carga de trabajo, en cuanto a la elaboración y verificación de los documentos, ya que por medio de este sistema guía al empleado en la elaboración de los actos administrativos y como se mencionó anteriormente reduce el índice de error de ejecución.

Como resultado del análisis de los casos de estudio, se concluye que los resultados obtenidos son altamente prometedores respecto a la efectividad de este enfoque, que por otra parte, permite notablemente optimizar los procesos y que sea desplegado en nuevos procesos reutilizando los recursos ya existentes, garantizando la prestación del servicio oportuno, eficaz y eficiente a los usuarios y comunidad en general.

5.3 Propuesta de Implementación

Por quedar fuera del ámbito del presente Trabajo Fin de Máster, no ha sido posible abordar una implementación de la arquitectura del Framework propuesta en el presente TFM, siendo una propuesta de alcance meramente teórico, justificando el objetivo y funcionalidades de cada subsistema en base a las tecnologías actualmente disponibles en los diversos ámbitos tratados.

En esta sección se propone una aproximación inicial de una implementación hipotética, sin entrar en profusión de detalles. El objetivo es proporcionar una guía del software que podría utilizarse en caso de realizarse una implementación real, teniendo como preferencia los proyectos Open Source que abarataría su coste total. Esta propuesta ha sido abordada desde los diferentes subsistemas que componen la arquitectura. Es importante indicar que esta aproximación es solo una propuesta, y que otras opciones de implementación, tanto Open Source como privadas.

Núcleo de ejecución y orquestación de procesos

Como se explicó en la sección 3.2.1, el núcleo de la arquitectura propuesta se basa en un motor de orquestación de procesos de negocio que serán diseñados para cumplimentar adecuadamente los requisitos especificados para cada proceso administrativo que se proponga ejecutar sobre el Framework. La elección de la tecnología que proporcionará las características especificadas para el Framework es de suma importancia. Esto es así por un motivo principal, y es que el núcleo será el encargado de integrar cada los procesos, los recursos humanos y la información en un entorno operativo ágil y funcional basado en SOA.

Es un hecho que en los entornos en los que se pretende utilizar el Framework propuesto coexisten multitud de aplicaciones diferentes, y que estas aplicaciones harán uso del Framework para integrarse en procesos comunes, optimizando de este modo el desempeño en la ejecución de dichos procesos. Los procesos administrativos en general, y los descritos en secciones anteriores en particular, se caracterizan por estar compuestos de numerosas tareas y subtareas que deben ejecutarse siguiendo unos requisitos funcionales y no funcionales establecidos de antemano, debiendo ser transparentes para las aplicaciones de usuario. En SOA la orquestación de todas tareas previstas junto con la integración de múltiples tecnologías se suele llevar a cabo mediante paradigmas basados en ESB (Enterprise Service Bus). Los ESB proporcionan, principalmente, servicios comunes que permiten la comunicación o la orquestación entre procesos de forma transparente.

Actualmente existen numerosas propuestas de implementación de ESBs [23, 24] que implican a una diversidad enorme de tecnologías y estándares. Sin embargo, las

opciones que más aceptación están teniendo son las basadas en Servicios Web debido, fundamentalmente, a al nivel de madurez que han alcanzado dichas tecnologías auspiciadas por los consorcios W3C u OASIS, que han dado lugar a importantes estándares en el área del World Wide Web. La utilización de estos estándares garantiza la interoperabilidad y reusabilidad de los procesos implementados mediante metodologías desarrollo ágiles. Debido a que la implementación de un ESB completo requiere numerosas tecnologías, y para abreviar los contenidos de la presente sección, solo se explicarán las principales tecnologías que se proponen utilizar en una hipotética implementación del Framework.

Para la definición de procesos de negocio existe un estándar bastante aceptado, BPEL (Business Process Execution Language) [25], el cual sería la opción elegida para una hipotética implementación del núcleo del Framework. BPEL (apócope de WS-BPEL) es un estándar de OASIS para la especificación de tareas dentro de procesos de negocio con Servicios Web. Con BPEL se pueden definir tanto procesos de negocio ejecutables como abstractos: los primeros son aquellos que modelan comportamiento reales de un participante en un proceso de negocio; los segundos son aquellos que especifican parcialmente los procesos, no teniendo como objetivo ser ejecutado. Para lograr esto, BPEL extiende el modelo de interacciones de los Servicios Web y lo habilita para soportar transacciones de negocio. BPEL define un modelo de integración interoperable que debe facilitar el despliegue de procesos automatizados dentro y entre negocios. BPEL adopta los Servicios Web como un mecanismo de comunicación externa. De este modo los mensajes intercambiados se definen mediante WSDL 1.1 (Web Services Description Language) para describir tanto los mensajes entrantes como salientes.

BPEL es un lenguaje complejo. Toda esa complejidad, idealmente, debería ser ocultada al desarrollador no experto para facilitar los despliegues rápidos de procesos ejecutables por el núcleo del Framework. El consorcio OASIS no contempló un lenguaje de modelado que ayudará en el proceso de desarrollo basado en BPEL. Sin embargo, el consorcio OMG (Object Management Group), creador del UML, consideró necesario proporcionar las herramientas suficientes para facilitar esas tareas. Para ello, diseñó y estandarizó el lenguaje de modelado gráfico BPMN (Business Process Model and Notation) [26], que puede ser utilizado como front-end gráfico que puede ser utilizado por cualquier desarrollador familiarizado con UML, ya que BPMN está basado en el estilo de diagrama de flujo definido en UML. Existen diversas herramientas de libre distribución que generan automáticamente código en BPEL a partir de modelos BPMN [27, 28]. Sin embargo, actualmente estas herramientas muestran diversas carencias que impiden una correcta sincronización entre los modelos BPMN y BPEL generados que

limitan, en muchos casos, la reusabilidad y mantenibilidad de los procesos implementados.

Subsistema de gestión de conocimiento

Tal y como se describió en la Sección 3.2.2, el rol del subsistema de gestión de conocimiento dentro de la arquitectura del Framework, es de una gran importancia siendo un pilar fundamental de su diseño. Este subsistema está enfocado a la adquisición, validación y almacenamiento de información procedente de los informes generados durante las etapas del proceso administrativo que está siendo ejecutado en cada momento. Para que el procesado de los informes pueda llevarse a cabo la garantía de poder cumplir los requisitos de los procesos administrativos, éstos deben estar debidamente anotados de forma que puedan ser interpretados por el motor semántico del Subsistema de gestión de conocimiento.

Para la implementación del motor semántico mencionado anteriormente, una opción viable es el uso del Framework desarrollado bajo el proyecto Apache Jena [29]. Este es un Framework de libre distribución basado en Java, y por lo tanto disponible a cualquier desarrollador que desee implementar un motor de razonamiento semántico. Jena ha llegado a ser un Framework muy popular entre los desarrolladores de aplicaciones para la Web Semántica ya que proporciona una buena cantidad de herramientas y librerías, bastante documentadas.

Entre sus características principales cabe destacar las siguientes:

- API para procesar, leer y escribir RDF en diferentes formatos (SML, N-Triples o Turtle).
- Un motor de inferencias genérico basado en reglas que utiliza fuentes RDFs y OWL.
- Almacenaje eficiente de tripletas RDF.
- Un motor de queries basado en SPARQL.

Estas características hacen que Framework Jena suponga una buena base para la implementación del Subsistema de gestión de conocimiento especificado en la Sección 3.2.2. De este modo se podrá implementar un módulo que, usando el API RDF de Jena pueda acceder a las tripletas o grafos RDF procedentes de los documentos manejados durante los procesos administrativos. Además todas las reglas originadas a partir de la información semántica de RDF y OWL pueden servir para inferir nueva información (por ejemplo, documentos, requerimientos adicionales, etc.) o detectar inconsistencias y errores en los documentos introducidos en el proceso en ejecución. Este razonamiento puede ser realizado por el motor de razonamiento interno de Jena o por otro motor de razonamiento externo especializado.

Como se ha comentado en secciones anteriores, SPARQL es un estándar para la Web Semántica que define un lenguaje de consultas para RDF. Jena incluye también un API que contempla este estándar. A través de este API se puede crear un servidor SPARQL que permite la consulta y actualización de modelos RDF utilizando SPAQL y HTTP, que conforman End-points semánticos que pueden ser accedidos desde una aplicación local o remota.

Las características descritas, que conforman los pilares del Framework Jena, serían suficientes para la implementación del Subsistema de gestión de conocimiento.

Subsistema de acceso a los servicios de los procesos

Como se comentó en la Sección 3.2.3, el subsistema de acceso a los servicios de los procesos tiene como objetivo habilitar diversas interfaces de acceso a los servicios de los procesos en ejecución y otras funcionalidades del Framework. Cada una de los modos de acceso impondrá unos requisitos funcionales que deberán ser solventados mediante diferentes tecnologías. A continuación se propondrán algunas tecnologías que podrían abordar cada uno de los requisitos definidos en la Sección 3.2.3:

→ Interfaz de acceso bajo demanda a servicios siguiendo el estilo arquitectural REST.

La habilitación de puntos de acceso REST en el Subsistema de acceso a los servicios de los procesos es considerado un requisito fundamental. Esta característica convierte, en cierto modo, la naturaleza SOA (Service-Oriented Architecture) de la arquitectura propuesta en una aproximación ROA (Resource-Oriented Architecture) en que los servicios son encapsulados en recursos tal y como se entiende en el estilo arquitectural REST (referencia tesis Fielding). Se consideró esta opción antes que una aproximación basada en Servicios Web por diversos motivos, fundamentalmente: la simplicidad de programación de clientes y servidores, el alto nivel de desacoplamiento entre la lógica de negocio de clientes y servidores, la versatilidad de uso de formatos para los mensajes¹⁴, la optimización en el acceso a los servicios del Framework gracias al uso de exclusivo del protocolo HTTP, etc.

Durante el último lustro han proliferado las iniciativas de software libre enfocadas a ofrecer herramientas de desarrollo para el modelado e implementación de puntos de acceso REST como [30-32] por citar solo algunos. Cada una de estas iniciativas tiene unas características particulares que las hacen óptimas para escenarios específicos. Una de las opciones más interesantes que podría utilizarse en una hipotética

¹⁴ Existen diversos motivos por los cuales se considera óptimo el acceso a través de un estilo REST, entre otras la posibilidad de encapsular la información de los mensajes en formatos ligeros o semánticamente más expresivos (por ejemplo, JSON o Micro Formats (referencia)).

implementación del Framework propuesto es la ofrecida por el proyecto RESTlet [32] basada en el lenguaje de programación Java. RESTlet ofrece librerías que permiten desarrollar componentes REST, tanto para la implementación de clientes como servidores, en diferentes plataformas entre las que destacan Java SE, Google AppEngine o Android. Esto garantizará el éxito de los despliegues ubicuos que contemplen heterogeneidad de dispositivos (PCs, smartphones, tablets, servicios de cloud de Google, etc.), un requisito que podría estar contemplado en muchos de los casos de uso del Framework propuesto, como los incluidos en este TFM.

→ Comunicación asíncrona de novedades y eventos ocurridos en los procesos.

La comunicación asíncrona en el Framework propuesto es una funcionalidad importante, ya que permite la notificación asíncrona de aparición de novedades o “eventos” en los procesos que se estén ejecutando cada momento en el Framework (por ejemplo, inicio o final de una tarea o proceso, generación de documentos que deban ser aprobados, etc.). Por lo tanto, es imprescindible la implementación de mecanismos que faciliten la suscripción a este tipo de notificaciones.

Los mecanismos asíncronos propuestos pueden llevarse a cabo mediante callbacks basados en HTTP, denominados Webhooks [33]. La investigación en el área de Webhooks es relativamente reciente, por lo que aún no existe una solución ampliamente aceptada. La implementación más simple consiste en configurar un recurso a cuya URI se realiza una petición cuando ocurre un evento determinado. En la arquitectura del Framework sería el cliente quien implementaría el citado recurso el cual sería invocado mediante el método POST de HTTP (simulando una llamada de callback) desde el Subsistema de acceso a los servicios de procesos para notificar algún evento acaecido durante la ejecución de los procesos. Como requisito indispensable, es necesario que el cliente notifique al Framework con anterioridad su interés por un determinado tipo de eventos.

La utilización Webhooks como solución a la comunicación asíncrona de eventos hacia los usuarios interesados simplificaría notablemente la implementación del Framework ya que se puede llevar a cabo siguiendo el estilo arquitectural REST. Sin embargo, esta solución no está exenta de problemas, sobre todo relacionados con la posibilidad de que los clientes se encuentren detrás de NATs o Firewalls, lo que habitualmente conlleva problemas de conectividad.

Para evitar dicho problema, se pueden emplear servicios intermediarios dirigidos por eventos basados en el paradigma publicador/subscriptor. Una alternativa es utilizar servicios basados en Web que sigue el modelo publicador/subscriptor como PubSubHubbub (PuSH) [34] que es una extensión de Atom y RSS. Mediante esta

solución se crean feeds en un bróker de mensajes al cual se suscribirán los clientes que estén interesados en la información proporcionada por ese feed. De este modo se logra un mayor desacoplamiento de clientes y servidores.

→ Integración en la Web 2.0

Uno de los pilares fundamentales del diseño de la arquitectura propuesta es su integración en la Web 2.0 aprovechando todos los servicios que ésta ofrece para los usuarios humanos. Actualmente existen multitud de proveedores de servicios Web 2.0 (por ejemplo, Google, Wordpress, Twitter, Facebook, LinkedIn y otras redes sociales) que proporcionan un acceso a través de APIs abiertas (normalmente RESTful). Para el Framework propuesto se considera que el uso de las redes sociales puede ser potencialmente útil ya que une multitud de perfiles de usuarios con diferentes niveles de acceso a la información a través de una sola plataforma. De este modo, el Framework puede compartir información con los usuarios implicados en los procesos (por ejemplo funcionarios, ciudadanos, candidatos a un proceso selectivo, etc.) sin la necesidad de implementar un portal Web o base de datos adicional desde cero para generar un nuevo servicio online. Además, permite diseminar y compartir información a través de un único canal. Esta solución también se puede utilizar para la comunicación de novedades en los procesos en ejecución simplemente publicando esa novedad en el perfil de los usuarios que están interesados. Para la implementación de este requisito se podría utilizar cualquier tipo de red social, aunque deberían tener prioridad aquellas de índole profesional como LinkedIn o Xing.

En principio, esta solución estaría pensada para la comunicación de información en modo unidireccional (desde el Framework hacia los usuarios), pero no se descartaría una implementación bidireccional, en la cual los usuarios aportarían feedback hacia los procesos en ejecución a través de las plataformas de Web 2.0 aplicando, como requisito adicional, diversos mecanismos de seguridad basados en privacidad y confidencialidad.

6 Conclusiones y trabajos futuros

En el presente trabajo fin de máster, se ha presentado una propuesta de Framework con el objetivo de facilitar la coordinación e interoperabilidad entre los actores y otras entidades implicadas en el proceso. El primer paso consistió en el estudio del estado del arte sobre trabajos relacionados a través del cual se han identificado una serie de retos de investigación que han guiado el diseño del Framework propuesto. El Framework Semántico presentado se sustenta sobre diversos pilares que, tomados por separado, constituyen áreas de investigación novedosas sobre las que se ha trabajado para conseguir una arquitectura consistente que proporciona una solución integral al problema planteado. Esta arquitectura se sustenta sobre tres subsistemas principales. El núcleo de la arquitectura está pensado para desplegar y ejecutar procesos de negocio que modelan los procesos administrativos, comunicando y coordinando las tareas y actores del proceso. Por otro lado, el subsistema de gestión de conocimiento constituye una parte muy importante de la arquitectura, ya que permite validar los documentos generados durante los procesos utilizando tecnologías semánticas (ontologías, razonadores semánticos y repositorios de conocimiento) ahorrando recursos temporales y económicos durante la ejecución de procesos administrativos. Por último, el subsistema de acceso a los servicios de procesos proporciona puntos de acceso a los servicios ofrecidos por los subsistemas mencionados anteriormente, permitiendo a las aplicaciones de usuario integrarse en el Framework mediante servicios RESTful.

Por otra parte se definió una metodología compuesta por tres fases. El análisis y especificación de los procesos de negocio, en esta fase un analista de procesos de negocio experto en el dominio de los procesos administrativos de la entidad, se encargará de definir y estructurar los flujos de trabajo y las tareas involucradas en los procesos, con el objetivo de dar solución al problema que engloba los procesos de la entidad como tal. El análisis y especificación de los elementos semánticos, en esta fase un ingeniero especializado en semántica realiza un estudio de los documentos que se manejan durante el proceso, para especificar las ontologías necesarias de los documentos administrativos, que posteriormente servirán para validarlos mediante el razonador semántico. Y por último la fase de implementación y despliegue de los elementos especificados, en esta fase un desarrollador implementará y desplegará todos los elementos especificados en las fases anteriores, empleando los lenguajes y tecnologías concretas a cada subsistema.

Como se indicó anteriormente con la definición de la arquitectura y la metodología planteada, utilizada para la ejecución de los subsistemas, la reducción del tiempo de

ejecución en los procesos es notorio, ya que los procesos están articulados correctamente y el trabajo colaborativo entre los diferentes grupos de trabajo es más eficiente y eficaz, brindado de esta forma a los usuarios, Instituciones Educativas y comunidad en general un servicio óptimo. Por otra parte la interoperabilidad entre los sistemas informáticos que intervienen en la ejecución de los procesos administrativos de la entidad es más íntegra, porque se maneja un lenguaje común en los procesos, aplicando la jurisprudencia apropiada a cada caso. Esto reduce el índice de error por parte de los empleados en la elaboración y ejecución de las tareas de los procesos.

En este trabajo, los esfuerzos de investigación se han concentrado en determinadas cuestiones específicas, habiéndose reservado para trabajos futuros una serie de aspectos que se comentan seguidamente.

Como trabajo futuro, se pretende profundizar en la investigación y profundización en los detalles de los mecanismos planteados en el Framework propuesto. Este trabajo futuro se podría enfocar, sobre todo, en aquellas características que puedan contribuir en la integración de las tecnologías y lenguajes empleados en cada subsistema de la arquitectura, que serán la base principal en el desarrollo de la implementación del Framework. Entre estos mecanismos se haría especial hincapié en la especificación detallada del mecanismo de validación de documentos mediante diversos razonadores soportados por una red de ontologías bien definida, con el soporte de razonadores semánticos.

Bibliografía

- [1] I. Savvas and N. Bassiliades, "A process-oriented ontology-based knowledge management system for facilitating operational procedures in public administration," *Expert Syst.Appl.*, vol. 36, pp. 4467-4478, 4. 2009.
- [2] A. Kumar and S.K. Dwivedi, "Ontology exemplification for aSPOCMS in the Semantic Web," in *Information and Communication Technologies (WICT), World Congress on*, pp. 473-478, 2011.
- [3] Xia Wang, Tomas Vitvar, Vassilios Peristeras, Adrian Mocan, Sotirios K. Goudos and Konstantinos Tarabanis, "WSMO-PA: Formal Specification of Public Administration Service Model on Semantic Web Service Ontology," in *System Sciences. HICSS 2007. 40th Annual Hawaii International Conference on*, pp. 96-96, 2007.
- [4] M. Skokan, T. Sabol, M. Mach and K. Furdik, "Integration of governmental services in semantically described processes in the Access-eGov system," in *Computer Science and Information Technology, IMCSIT 2008. International Multiconference on*, pp. 415-419, 2008.
- [5] N. Huang and S. Diao, "Ontology-based enterprise knowledge integration," *Robot.Comput.Integrated Manuf.*, vol. 24, pp. 562-571, 8. 2008.
- [6] A.E. Prieto and A. Lozano-Tello, "Workflow Hierarchical Adaptation Method Using Ontologies," in *Database and Expert Systems Applications (DEXA), 22nd International Workshop on*, pp. 517-521, 2011.
- [7] Cotofrei Paul and K. Stoffel, "Business Process Modelling for Academic Virtual Organizations," *IFIP International Federation for Information Processing*, vol. 283, pp. 213-220, 2008.
- [8] I. Budinska, V. Oravec, E. Gatial, M. Laclavik, M. Seleng, Z. Balogh, B. Frankovic, R. Forgac, I. Mokris and L. Hluchy, "RAPORT - a knowledge support system for administrative workflow processes," in *Application of Concurrency to System Design, ACSD 2007. Seventh International Conference on*, pp. 211-215, 2007.

- [9] J. Jiang, S. Zhang, J. Schlichter and G. Yang, "Workflow Management in Grid Era: From Process-Driven Paradigm to a Goal-Driven One," *Workflow Management in Grid Era: From Process-Driven Paradigm to a Goal-Driven One*, vol. 4805, pp. 169-178, 2007.
- [10] Á Prieto and A. Lozano-Tello, "Use of Ontologies as Representation Support of Workflows Oriented to Administrative Management," *Journal of Network and Systems Management*, vol. 17, pp. 309-325, 2009.
- [11] Memon Qurban and Khoja Shakeel, "Academic Program Administration via Semantic Web - A Case Study," *International Conference on Computer, Electrical, and Systems Science, and Engineering, CESSE*, pp. 28-30, 2009.
- [12] Ben Liu, Hejie Chen and Wei He, "A Framework of Deriving Adaptive Feedback from Educational Ontologies," in *Young Computer Scientists, ICYCS 2008. The 9th International Conference for*, pp. 2476-2480, 2008.
- [13] Di Francescomarino, Dragoni, M., Gerosa, M., Ghidini, Ch., Rospocher, M., and Trainotti, M., "Achieving Interoperability through Semantic Technologies in the Public Administration," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 7295, pp. 793-807, 2012.
- [14] A. Laoufi, S. Mouhim, E.H. Megder and C. Cherkaoui, "An ontology based architecture to support the knowledge management in higher education," in *Multimedia Computing and Systems (ICMCS), International Conference on*, pp. 1-6, 2011.
- [15] I. Savvas and N. Bassiliades, "A process-oriented ontology-based knowledge management system for facilitating operational procedures in public administration," *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, pp. 4467-4478, 4. 2009.
- [16] OMG, "Object Management Group Business Process Model and Notation", <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>, 2011, [Oct. 25, 2012].
- [17] W3C, "SPARQL Query Language for RDF," 15/01/2008, vol. 2012, 15/01/2008.
- [18] C. Pautasso, "RESTful Web service composition with BPEL for REST," *Data Knowl. Eng.*, vol. 68, pp. 851-866, 9. 2009.

- [19] R. Fielding, "Architectural Styles and the Design of Network-Based Software Architectures," 2000.
- [20] Zhongwei Wu, Shaowen Yao, Gang He and Gang Xue, "Rules Oriented Business Process Modeling," in Internet Technology and Applications (iTAP), International Conference on, pp. 1-4, 2011.
- [21] M. zur Muehlen and M. Indulska, "Modeling languages for business processes and business rules: A representational analysis," *Inf Syst*, vol. 35, pp. 379-390, 6. 2010.
- [22] S. Mazanek and M. Hanus, "Constructing a bidirectional transformation between BPMN and BPEL with a functional logic programming language," *Journal of Visual Languages & Computing*, vol. 22, pp. 66-89, 2. 2011.
- [23] Jieming Wu and Xiaoli Tao, "Research of enterprise application integration based-on ESB," in Advanced Computer Control (ICACC), 2010 2nd International Conference on, pp. 90-93, 2010.
- [24] I. Kumara and C. Gamage, "Towards Reusing ESB Services in Different ESB Architectures," in Computer Software and Applications Conference Workshops (COMPSACW), IEEE 34th Annual, pp. 25-30, 2010.
- [25] Anonymous "OASIS Web Services Business Process Execution Language (WSBPEL) TC," vol. 2012, .
- [26] OMG, "**Documents Associated with Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0**," vol. 2012, 2011.
- [27] D.S. Puhkaev and T.N. Kot, "Conversion of business-processes of extended BPMN into BPEL code," in Microwave and Telecommunication Technology (CriMiCo), 22nd International Crimean Conference, pp. 411-412, 2012.
- [28] Mingxiang Lu, Qiang Cai and Haisheng Li, "A method of transition from BPMN to BPEL," in Advanced Intelligence and Awareness Internet (AIAI 2011), International Conference on, pp. 372-375, 2011.
- [29] The Apache Software Foundation, "Apache Jena Project", <http://jena.apache.org/> 2011-2012, [Nov. 20, 2012].

[30] Anonymous "RESTful Objects for .NET," <http://restfulobjects.codeplex.com/> 2006,[Nov. 20, 2012].

[31] Anonymous "Spring Framework," <http://www.springsource.org/>, 2012 ,[Nov. 20, 2012].

[32] Anonymous "RESTlet Framework," <http://www.restlet.org/>, 2005, [Nov. 20, 2012].

[33] Anonymous "Webhooks. Building a more programmable web", <http://www.slideshare.net/progrium/web-hooks-and-the-programmable-world-of-tomorrow-presentation>, 2012, [Nov. 20, 2012].

[34] Anonymous "pubsubhubbub. A simple, open, web-hook-based pubsub protocol & open source reference implementation." <http://pubsubhubbub.appspot.com/>,2010, [Nov. 20, 2012] .