

# MODELO BASADO EN SERVICIOS WEB PARA LA COMPARACIÓN INTELIGENTE DE PROCESOS DE NEGOCIO

## WEB SERVICE BASED MODEL FOR BUSINESS PROCESS INTELLIGENT MATCHING



### AUTOR

JORGE ELIECER GIRALDO PLAZA  
Ms. en Ingeniería de Sistemas  
\*Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid  
Profesor Asociado  
Facultad de Ingenierías. Medellín, Antioquia, Colombia  
jegiraldo@elpoli.edu.co  
COLOMBIA

### AUTOR

OSCAR M. SALAZAR OSPINA  
Ms. en Ingeniería de Sistemas  
\*\*Universidad Nacional de Colombia  
Cargo  
Facultad de Minas. Medellín, Antioquia, Colombia  
omsalazaro@unal.edu.co  
COLOMBIA

### AUTOR

DEMETRIO A. OVALLE CARRANZA  
PhD. en Ingeniería  
\*\*Universidad Nacional de Colombia  
Cargo  
Facultad de Minas. Medellín, Antioquia, Colombia  
dovalle@unal.edu.co  
COLOMBIA

### \*INSTITUCIÓN

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid  
PCJIC  
Institución Universitaria  
Carrera 48 # 7-151 El Poblado  
Medellín Antioquia  
facingenierias@elpoli.edu.co  
COLOMBIA

### \*\*INSTITUCIÓN

Universidad Nacional de Colombia  
UNAL  
Sede Medellín  
Carrera 80 No 65-223 - Núcleo Robledo  
Medellín, Antioquia  
fminascomunica@unal.edu.co  
COLOMBIA

**INFORMACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN O DEL PROYECTO:** Resultados parciales de proyecto de investigación "Método de integración inteligente de procesos de negocio sensible y adaptable al contexto" desarrollado en la Universidad Nacional de Colombia.

**RECEPCIÓN:** 22 de Enero de 2016

**ACEPTACIÓN:** 8 de Febrero de 2016

**TEMÁTICA:** Business Process Management (BPM)

**TIPO DE ARTÍCULO:** Artículo de investigación científica y tecnológica

**Forma de citar:** Giraldo Plaza, J. E. (2015). Modelo basado en servicios web para la comparación inteligente de proceso de negocio. En R, Llamosa Villalba (Ed.). Revista Gerencia Tecnológica Informática, 14(40), 57-64. ISSN 1657-8236.

**RESUMEN ANALÍTICO**

El objetivo principal del artículo es proponer un modelo inteligente de comparación de procesos de negocio, para la propagación de cambios en variantes de procesos. El sistema fue desarrollado teniendo en cuenta dos componentes: una plataforma tecnológica basada en servicios web soportada por un sistema multiagente y un mecanismo de inferencia sensible al contexto. La validación del sistema se realizó sobre un caso de estudio relacionado con el proceso de admisiones a programas de educación superior en la Universidad Nacional de Colombia. Se puede concluir que la comparación de variantes puede verse afectada por información del contexto y que un enfoque distribuido soportado por servicios web y agentes inteligentes, facilita el uso del mecanismo de inferencia.

**PALABRAS CLAVES:** Procesos de negocio, variantes, Comparación inteligente, Arquitectura orientada a servicios web, Servicios Web.

**ANALYTICAL SUMMARY**

The aim of this paper is to propose a model for business process intelligent matching to propagate changes of process variants. The system was developed taking into account two components: a technology platform based on web services supported by a multi-agent system, and a context aware mechanism. The validation of system was performed through a case study related to the admissions process to Higher Education. We can conclude that the matching of process variants could be affected by context, as well as, and a distributed approach supported by web services and intelligent agents, facilitates the reasoning by using an inferencial mechanism.

**KEYWORDS:** Business process, Variants, Intelligent matching, Services oriented architecture, Web Services.

**INTRODUCCIÓN**

Los procesos de negocio (Business Process - BP) se definen como la secuencia lógica de actividades que permiten la ejecución de actividades propias de una empresa, con el fin de lograr sus objetivos comerciales [10].

La integración de procesos de negocio (Business Process Integration – BPI), se define como el proceso de fusión de dos o más procesos, entendido como la propagación de cambios desde un modelo de referencia hacia sus variantes [9]. Una vez seleccionadas y fusionadas las variantes, se procede a realizar la propagación de cambios, que no es más que la resolución de diferencias estructurales y semánticas entre procesos [23]; sin embargo, se presenta el reto en garantizar el correcto funcionamiento de cada una de las variantes luego de la integración.

Por lo anterior, es necesario contar con mecanismos de razonamiento inteligentes basado en un enfoque multi-agente, que garanticen a partir de un análisis de situaciones contextuales la viabilidad de la selección de las variantes para su integración.

Es este artículo se presenta el desarrollo de un sistema inteligente para la comparación sintáctica y semántica de variantes de procesos, soportado por una arquitectura

orientada a servicios web, integrada con un sistema multi-agente.

Para la validación se presenta el diseño de un caso de estudio basado en procesos de académicos en instituciones de educación superior en el entorno Colombiano [22], específicamente el proceso de Admisiones a programas de pregrado. El cual es ejecutado sobre un sistema basado en servicios web que interactúan con el sistema multi-agente.

El resto del documento se estructura de la siguiente manera: En la sección 2, se presenta el marco teórico asociado a la investigación; luego en la sección 3, se presentan los trabajos relacionados sobre implementación de mecanismos de razonamiento para la comparación de procesos de negocio y propagación de cambios en variantes de procesos. En la sección 4 se presenta el modelo propuesto, para luego en la sección 5, presentar su implementación y validación. Se finaliza con las conclusiones y trabajos futuros, así como las referencias bibliográficas.

**1. MARCO TEÓRICO**

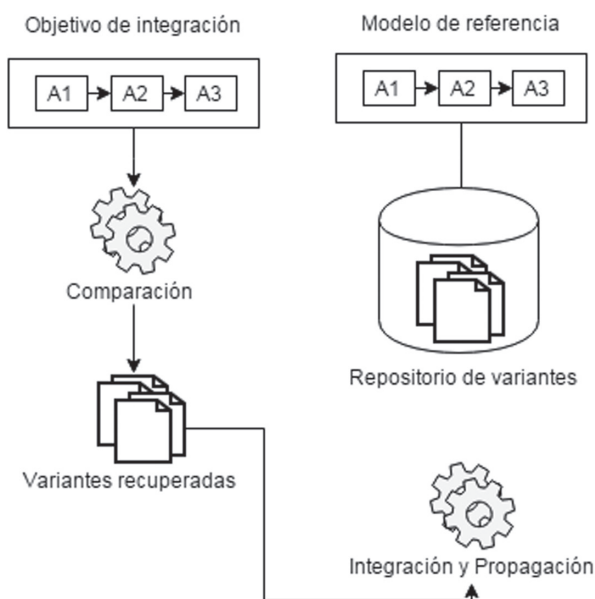
El marco teórico se orienta a explicar las siguientes temáticas: integración de procesos de negocio, métricas de comparación de procesos, sistemas multi-agentes y computación sensible al contexto.

### 1.1 INTEGRACIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO

La integración de procesos de negocio (BPI – Por sus siglas en inglés), tiene como objetivo obtener un proceso de negocio a partir de sus variantes, por medio de la fusión de varios modelos en uno solo [17]. De esta manera se busca que el resultado se emplee para realizar propagación de cambios sobre las variantes anteriores [15].

En la Figura 1, se presenta el procedimiento general para la integración de procesos de negocio para la propagación de cambios desde un modelo de referencia hacia sus variantes.

**FIGURA 1.** Integración de procesos de negocio para la propagación de cambios en variantes



El procedimiento inicia con la definición de un objetivo de integración, el cual describe los cambios que se deben propagar; luego se seleccionan las variantes cuyo valor de similitud es cercano a su modelo de referencia.

Posteriormente se realiza una fusión para ejecutar la propagación y luego se vuelven en separa los procesos para evaluar los efectos de los cambios.

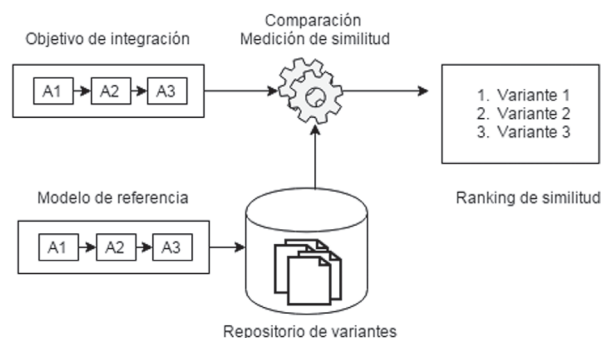
### 1.2 COMPARACIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO

La comparación de procesos, se enfoca en la búsqueda de modelos de procesos relacionados dentro de un repositorio, a partir de la medición de su similitud. La similitud de procesos se centra en determinar el nivel de relación entre dos procesos y se obtiene a partir de métricas específicas [7].

De esta forma para cada una de las variantes se determina su probabilidad de similitud con el modelo que representa el objetivo de integración. Luego de la selección, el sistema de comparación debe generar un ranking de acuerdo a las medidas tomadas. En la Figura 2 se expone el procedimiento general de comparación.

En la literatura existe una gran variedad de aproximaciones para determinar la similitud [2], sin embargo, en esta investigación se emplearon solo 2 técnicas, estas son: similitud estructural y similitud semántica de actividades.

**FIGURA 2.** Comparación de procesos de negocio empleando medida de similitud



La similitud estructural, determina la diferencia en cantidad de elementos en el proceso; por su parte la similitud semántica, facilita la identificación de ambigüedades en nombres de actividades y la igualdad en el flujo de información.

El uso de las técnicas de similitud se complementa con el razonamiento soportado por ontologías de dominio y contexto, con base en lo anterior, se busca brindar herramientas para el procesamiento de información a partir de un enfoque orientado a agentes.

### 1.3 SISTEMAS MULTI-AGENTE

Los Sistemas Multi-Agente (SMA) se caracterizan por ser la técnica más utilizada actualmente de la inteligencia artificial distribuida, son definidos como sistemas complejos constituidos por agentes autónomos con conocimientos específicos en un dominio, capaces de interactuar para realizar tareas orientadas a la consecución de un objetivo común.

Otra de las características de este tipo de sistemas es la facilidad de adquisición y procesamiento de información que se encuentra altamente distribuida, lo que se complementa perfectamente con la computación ubicua y su aplicación en un enfoque basado en procesos y en especial aquellos sensibles al contexto [25].

## 1.4 PROCESOS DE NEGOCIO SENSIBLES AL CONTEXTO

Según [6], se define el contexto como “cualquier información que puede ser usada para caracterizar la situación de una entidad. Una entidad es una persona, lugar u objeto que se considera relevante en la interacción entre el usuario y la aplicación”. Es decir, se realiza un sensado al ambiente haciendo uso de razonamiento de la información del contexto para posteriormente caracterizar las situaciones y con ellas tomar acciones específicas.

## 2. TRABAJOS RELACIONADOS

Las investigaciones realizadas alrededor del tema de la BPI se enfocan en: (1) diseñar repositorios para la gestión de variantes de proceso [8], [17], (2) lograr un modelado apropiado de los procesos que intervienen y se generan, basados en el análisis de los roles e instancias de los procesos [16], (3) desarrollar herramientas que garanticen precisión en la similitud entre procesos [11] y (5) proveer la capacidad de adaptación y sensibilidad al contexto [13].

En [19] resaltan la importancia de incluir el contexto para el modelamiento de procesos con el fin de obtener mejoramiento. Del mismo modo se debe tener en cuenta la información asociada con los actores del proceso y los roles que desempeñan [21].

Las aproximaciones para el manejo del contexto, proponen su representación a partir de situaciones, tal es el caso de Mattos [14], donde se propone la formalización de situaciones para el contexto en procesos de negocio basada en modelos conceptuales.

En la integración de procesos de negocio, las técnicas de inteligencia artificial han sido ampliamente usadas, como ejemplo, en [12] se afirma que un sistema de integración es básicamente un sistema social; de esta manera es posible relacionar la tareas de los comportamientos de cada uno de los agentes con roles y sus recursos del proceso.

Por su parte, en [26] se propone una arquitectura basada en agentes para la comprensión de los documentos generados en las interacciones. En [20] plantean que la secuencia de actividades de un proceso puede ser abordada por un sistema de agentes, así la interacción puede aplicar primitivas de comunicación entre agentes.

En [5] se propone el análisis de procesos de negocio a partir de las diferencias en su flujo de información y el comportamiento de sus variantes, aplicándolo a la generación de bitácoras de ejecución empleando colecciones de procesos. Así mismo en [3] se hace

uso de bitácoras de ejecución para la comparación de procesos en diferentes ambientes.

En cuanto a la comparación en términos de propagación de cambios, por ejemplo, en [24] proponen un mecanismo semántico de alineación y resolución de conflictos entre procesos, así mismo. Así mismo, Fdhila et al., (2015) proponen un algoritmo para la aplicación de cambios en procesos ejecutados en ambientes distribuidos, basado en el análisis estructural.

Los trabajos revisados anteriormente, abordan soluciones a partir del análisis de los eventos, registros históricos, estructura y alineación semántica de procesos, sin embargo, carecen de un método robusto para la integración que permita el razonamiento sobre los procesos a partir de información contextual representada en situaciones. En la sección siguiente se presenta el modelo de comparación de procesos soportado por un sistema multi-agente ejecutado mediante una arquitectura orientada por servicios web.

## 3. MODELO PROPUESTO

El modelo propuesto para la comparación inteligente de procesos de negocio se compone de los siguientes elementos:

- **Repositorio de ontologías:** Se construyó una ontología de dominio y una ontología de procesos sensibles al contexto.
- **Sistema de representación:** Se presentan los procesos de negocio, variantes de proceso y objetivo de integración. La representación abstracta de un proceso de negocio, se conoce como modelo de procesos [27], la cual puede servir para la generación de instancias del mismo,
- **Modelo de contexto:** Está compuesto por situaciones sobre elementos contextuales con información asociada a restricciones. De esta manera un dominio puede asociar sus elementos a varios contextos de acuerdo a las situaciones.

Con base en el trabajo realizado en [4], se propone la representación de situaciones basadas en restricciones.

Situación 1 - “Dado un evento de adición – Ev(add) – sobre un elemento contextual eCtx y se satisface la restricción organizacional sobre un elemento de dominio, entonces se presenta una situación que existe prioridad contextual en dicha situación”.

Situación 2 - A diferencia de la situación 1, se basa en un evento de tipo eliminación – Ev(del).

Situación 3 - “Dado un evento de adición – Ev(add)

– sobre un Elemento Contextual cual satisface la restricción operacional, concepto asociado al dominio, entonces se confirma que existe prioridad contextual en dicha situación”

Situación 4 - A diferencia de la situación 3, se basa en un evento de tipo eliminación – Ev(del).

- **Procedimiento de comparación:** A partir del uso de las métricas de similitud semántica y estructural se considera que 2 procesos tienen un alto grado de similitud cuando semántica y sintáctica son iguales a 1 (probabilidad de 100%). La Figura 3 presenta el pseudocódigo de la comparación.

**FIGURA 3.** Procedimiento de comparación

```

inferencia():
    cargar_objetivo_integracion(modelo_ref)
    analizarCambios(objetivoIntegracion);
    variantes[]=recuperar_variantes();

    comparacion():
        para cada v en variantes[:
            sim_Sintactica(modeloRef, vi);
            sim_Semantica(modeloRef, vi);
            calcularSimilitudTotal();
            grupos=agrupar();
        fin comparacion

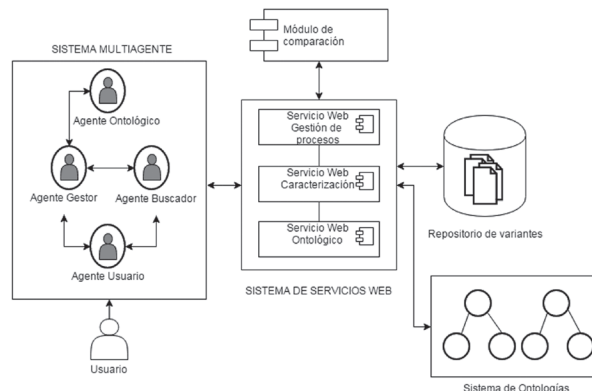
    aplicarContexto(situaciones[], grupos)
    si(analizarResultados()<-ok):
        generarReporteDetallado(grupos);
    sino:comparacion();

fin inferencia()
  
```

- **Sistema Multi-agente:** Los agentes facilitan la ejecución de funciones de manera remota y distribuida, facilitando así su integración con los servicios web. Se definieron los siguientes agentes: Agente Ontológico, Agente Gestor, Agente Buscador y Agente Usuario.
- **Capa basada en servicios web:** Con el fin de dar un soporte funcional la consulta y razonamiento sobre el repositorio de ontologías, se propone un sistema basado en servicios web, el cual se compone de los siguientes servicios:
  - Servicio Web de gestión de procesos: Encargado de la representación de los procesos en el lenguaje XPD L y su gestión por medio de reportes especializados.
  - Servicio Web de caracterización: Este servicio se encarga de calificar cada uno de los procesos con el fin que pueda ser utilizado por el procedimiento de comparación.
  - Servicio Web ontológico: Permite enviar consultas a las distintas ontologías diseñadas. Sus respuestas están basadas en formatos SOAP (Simple Object Access Protocol).

La Figura 4, presenta un esquema general del modelo de comparación inteligente.

**FIGURA 4.** Modelo de comparación inteligente de procesos de negocio basado en servicios web



## 4. IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN

### 4.1 DISEÑO DE CASO DE ESTUDIO

Se llevó a cabo la validación del mecanismo de inferencia a partir del proceso de Admisiones de estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia. Dicho proceso es apropiado ya que facilita la creación de variantes, debido a la diversidad de los estudiantes, como por ejemplo: la ubicación geográfica, el grupo étnico al cual pertenece, su condición económica, entre otros.

Se creó un grupo de variantes distribuidas de la siguiente manera: 32 variantes por evolución propias del proceso y 54 variantes por petición generadas por los usuarios. Para las variantes por evolución se realizó un evento por eliminación de actividad, que afecta directamente a la lógica de negocio, mientras para las otras se propuso un evento de adición de actividad.

Para realizar inferencias, a partir de su estructura y contexto, se definieron las siguientes situaciones:

Situación 1: Hace referencia a que la actividad adicionada relacionada con el elemento contextual Estudiante (est) y su atributo Seguimiento (seg) satisfacen una restricción organizacional RO<sub>r</sub>, la cual indica que el valor a pagar depende de las notas obtenidas por el estudiante.

Situación 2: Hace referencia a que la actividad adicionada relacionada con el elemento contextual Estudiante (est) y su atributo Ubicación (Ub) satisfacen una restricción operacional Rop, la cual indica que el proceso de admisión depende de la ubicación geográfica del estudiante, indicando la manera de acceder al proceso, ya sea por medios digitales o presencialmente.



El elemento contextual seleccionado es el estudiante, teniendo como atributos contextuales: su historia académica y su ubicación geográfica. Por lo anterior se evidencia la importancia de seleccionar apropiadamente la información contextual, ello depende del dominio de ejecución.

## 4.2 PLATAFORMA TECNOLÓGICA

El proceso de implementación del sistema consideró cuatro fases a seguir. En la primera fase se implementó un procesador de modelos de procesos descritos en XPDL (XML Process Definition Language) y así mapearlos a una base de datos, dicha base de datos implementada en el motor MySQL 5.1.

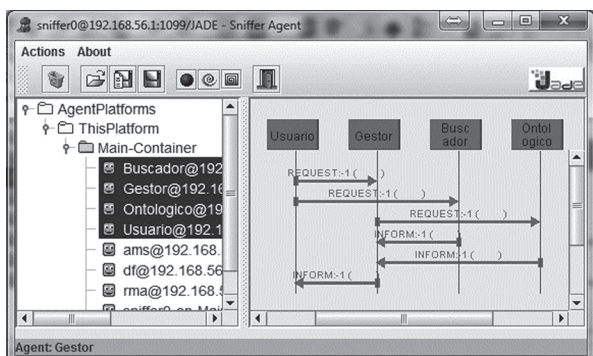
La segunda fase se enfocó en el diseño e implementación del sistema Multi-Agente. Para su diseño se utilizó la metodología Prometheus [18], la cual se enfoca en el en la arquitectura BDI (Beliefs, Desires and Intentions). Por esta razón, se utilizó en primera instancia el Framework JASON para la implementación de las interacciones del sistema con el entorno, a partir de percepciones y acciones descritas en lógica de primer orden (lenguaje AgentSpeak).

Para el desarrollo de la tercera fase y debido a que el modelo propuesto consideró una conversación estructurada basada en ontologías y que adicionalmente se debían exponer interfaces para la publicación de los servicios web, se utilizó el *framework* JADE.

JADE acoge a las especificaciones del estándar FIPA para el intercambio de mensajes entre agentes y está desarrollado bajo lenguaje JAVA, lo cual permite una fácil integración con otras herramientas.

La Figura 5 presenta el mecanismo de comunicación entre los agentes del sistema, proporcionado por el agente *Sniffer* de JADE.

**FIGURA 5.** Modelo de secuencias de comunicación de los agentes de software



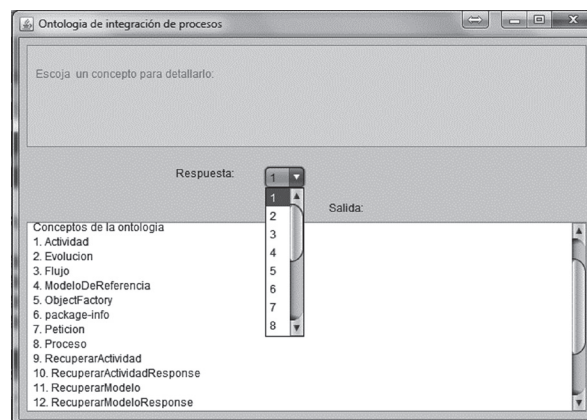
Los mecanismos de razonamiento interno relevantes comprenden: (1) la implementación de un generador de inferencias realizadas a partir de la ontología de dominio específico, el cual fue integrado dentro del agente ontológico. Dicha ontología fue construida utilizando el Framework Protégé y el Ontology BeanGenerator de JADE. (2) el diseño de un módulo de servicios web basado en la arquitectura SOAP, el cual es desplegado por el agente usuario para escuchar las peticiones que son realizadas por el usuario humano.

Por lo anterior, el agente usuario puede ser considerado como un agente de interfaces puesto que se encarga de recibir las peticiones, redirigirlas a los demás agentes, capturar las respuestas y presentarlas al usuario humano.

Finalmente, la cuarta fase consideró el desarrollo de un cliente JAVA para el módulo de servicios web expuesto por el SMA. Este permite al usuario humano acceder a los servicios del sistema desde cualquier computador, brindando así características de distribución al sistema.

La Figura 6 presenta la interfaz de usuario para el cliente descrito previamente. Su funcionalidad radica en la visualización de información a partir de consultas a las variantes, mediada por las ontologías de contexto y dominio.

**FIGURA 6.** Interfaz de usuario del sistema



## 4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

La Tabla 1 presenta los resultados una vez realizados los procedimientos de comparación semántica y sintáctica. Se definen 2 grupos así: El "Grupo\_Ok" para aquellas variantes que se recomienda incluir la integración y posterior propagación de cambios, y el "Grupo\_No\_OK" para aquellas que no.

**TABLA 1.** Grupos obtenidos después de la comparación sintáctica y semántica

Grupo_Ok	Grupo_No_Ok
13	41

Para la definición de los grupos se aplicó una técnica de agrupamiento (Clustering) para lo cual se definieron los siguientes parámetros de configuración: Valor del Centro= 5, distancia de centro=0,3 y valor óptimo 1.0.

Cabe señalar que al representar el contexto mediante situaciones, la comparación es susceptible a modificación en sus valores, lo que en términos de resultados significa que algunos elementos cambiarán de grupo, durante el proceso de agrupamiento. Con base en lo anterior, una vez aplicado el filtro contextual, los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2.

**TABLA 2.** Grupos obtenidos después de la comparación aplicando filtro

Grupo_Ok	Grupo_No_Ok
5	49

Una vez se aplicó el filtro semántico al primer resultado del agrupamiento, 8 variantes cambiaron de grupo, indicando que no deben ser incluidas en el proceso de integración, ya que las situaciones tienen dependencia con el contexto y dominio de ejecución.

Es importante aclarar que el agrupamiento de variantes depende exclusivamente de las comparaciones realizadas contra su modelo de referencia, por lo anterior, si una variante es afectada por una situación específica, el mecanismo de inferencia simplemente recomienda no incluirlas.

## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El sistema de comparación de variantes de procesos de negocio propuesto y validado, permite demostrar que un razonamiento basado en situaciones contextuales, reduce el número de variantes susceptibles a la integración. De esta manera al propagar cambios desde un modelo de referencia es posible que las variantes no vean afectado su rendimiento en la ejecución.

El uso de un enfoque totalmente distribuido, implementado mediante un sistema multi-agente soportado por un sistema orientado a servicios web, facilita la subdivisión del algoritmo de inferencia en distintos componentes, mejorando su funcionamiento y detección de errores.

El procedimiento de inferencia propuesto, al considerar factores de orden semántico, garantiza un soporte conceptual, evitando así el uso de actividades con igual nombre pero con diferente significado asociado a un dominio de ejecución. Por su parte los factores estructurales (sintácticos) garantizan una mínima similitud a la hora de recuperación de las variantes de proceso.

En cuanto a su aplicación en el caso de estudio sobre el proceso de admisiones, se puede concluir que el sistema de comparación, permite individualizar cada uno de los estudiantes, mediante la representación contextual de la información, formalizada en situaciones, lo cual redundará en la correcta gestión de información relacionada con el pago y beneficios académicos.

Sin embargo, es necesario mejorar y complementar algunos aspectos del sistema, que conlleva los siguientes trabajos futuros: (1) Diseño de un ejecutor de procesos de negocio basado en SOA (Service Oriented Architecture – Arquitectura Orientada a Servicios), que permita realizar un proceso de regresión de la integración, (2) evaluar otras técnicas de comparación que permitan complementar el sistema de comparación, teniendo en cuenta aspectos relacionados con el contexto y (3) explorar otras estrategias de agrupamiento de datos distribuidos, que complementen las funciones realizadas por los agentes y los servicios web.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] (Akkiraju e Ivan, 2010) Akkiraju R. e Ivan A. (2010). Discovering business process similarities: an empirical study with SAP best practice business processes. 8th International Conference on Service-Oriented Computing. Vol. 6470 of LNCS, 2010, pp. 515–526.
- [2] Becker M. y Laue R. (2012). A comparative survey of business process similarity measures. Computers in Industry, Volume 63, Issue 2, February 2012, Pages 148-167, ISSN 0166-3615.
- [3] Buijs J. y Reijers H. (2014). Comparing Business Process Variants using Models and Event Logs. Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling Volume 175 of the series Lecture Notes in Business Information Processing pp 154-168.
- [4] Carvalho J., Santoro F. y Revoredo K. (2015). A method to infer the need to update situations in business process adaptation. Comput. Ind. 71, C (August 2015), 128-143.
- [5] Conforti R., Dumas M., La Rosa M., Maaradji A., Nguyen H., Ostovar A. y Raboczi S. (2015). Analysis of Business Process Variants in Apromore. 13th International Conference on Business Process

- Management (BPM'15)
- [6] Dey, A. "Understanding and using context". (2001). *Journal Personal and Ubiquitous Computing*, 5(1), pages 4–7.
- [7] Dijkman R., Dumas M., van Dongen B. y Mendling J. (2011). Similarity of business process models: metrics and evaluation. *Information Systems* 36 – 2011. 498–516.
- [8] Dijkman R., La Rosa, M. y Reijers, H. (2012) Managing Large Collections of Business Process Models - Current Techniques and Challenges, *Computers in Industry*, Vol. 63 No. 2.
- [9] Döhring M., Reijers H. y Smirnov S. (2014). Configuration vs. adaptation for business process variant maintenance: An empirical study, *Information Systems*, Volume 39, January 2014.
- [10] Dumas M., La Rosa M., Mendling J. y Reijers H. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Springer.
- [11] Gao, J. y Zhang L. (2009). On Measuring Semantic Similarity of Business Process Models. *i-esa*, pp.289-293, *International Conference on Interoperability for Enterprise Software and Applications*.
- [12] Kishore R., Zhang H., y Ramesh R. (2006). Enterprise integration using the agent paradigm: foundations of multi-agent-based integrative business information systems. *Decision Support Systems* 42(1): 48-78.
- [13] Machado, D., Mendes R., Santoro F. y Pena, G. (2012) Defining context in a business process collaborative elicitation approach. *CSCWD 2012*: 861-868.
- [14] Mattos, T., Santoro F., Revoredo K. y Tavares V. (2012). Formalizing the situation of a business process activity. Presentado en *CSCWD 2012*: 128-134.
- [15] Morrison E. D., Menzies A., Koliadis M. y Ghose A. K. (2009). *Business Process Integration: Method and Analysis*. Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling (APCCM 2009).
- [16] Nedbal D. A Process Model to guide the Integration of Business Processes and Services within and across Organizations. (2013). *International Journal of Services, Economics and Management*, Vol. 5, No. 1, 2013, pp. 154-177.
- [17] La Rosa M., Dumas M., Uba R., y Dijkman R. (2013). *Business Process Model Merging: An Approach to Business Process Consolidation*. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)*, 22(2).
- [18] Padgham L. y Winikoff M. (2004). *Developing Intelligent Agent Systems: A Practical Guide*, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
- [19] Ploesser K., Peleg M., Soffer P., Rosemann M. y Recker, J. (2009). Learning from Context to Improve Business Processes. *BPTrends*. January 2009.
- [20] Ploesser K., Recker J. y Rosemann M. (2011). Challenges in the context-aware management of business processes: a multiple case study. *ECIS 2011*.
- [21] Saidani O. y Nurcan S. (2009). Context-Awareness for Adequate Business Process Modelling. *Proceedings of the Third IEEE International Conference on Research Challenges in Information Science 2009*.
- [22] UNAL-Universidad Nacional de Colombia. (2015) *Manual del Sistema Integrado de Gestión*. Disponible en línea: <http://www.simegebogota.unal.edu.co/> Accedida: Septiembre 2015.
- [23] Weidlich M. y Mendling J. (2012). Perceived consistency between process models. *Information Systems*, Volume 37, Issue 2, April 2012, Pages 80-98, ISSN 0306-4379.
- [24] Weidlich M., Mendling J. y Weske M. (2012). Propagating changes between aligned process models. *Journal of Systems and Software*, Volume 85, Issue 8. Pages 1885-1898, ISSN 0164-1212.
- [25] Wooldridge M. (2009). *An Introduction to MultiAgent Systems*. John Wiley & Sons. Second Edition.
- [26] Xiang, L. (2007), *A Multi-Agent-Based Architecture for Enterprise Customer and Supplier Cooperation Context-Aware Information Systems*. Third International Conference on Autonomic and Autonomous Systems (ICAS'07).
- [27] Zhiqiang Y., Remco M. y Dijkman M. (2012) *Business process model repositories - Framework and survey*. *Information & Software Technology*, 2012.