

Adopción de tecnologías de gestión de procesos de negocio: una revisión sistemática

Business process management technologies adoption: a systematic literature review

Yuliet Espinosa Cruz¹ Carlos Ramón López Paz^{2*}
Claudia Ivette Castro Zamora³ Ricardo Arencibia Jorge⁴

Recibido 22 de agosto de 2017, aceptado 08 de octubre de 2018

Received: August 22, 2017 Accepted: October 08, 2018

RESUMEN

La adopción de soluciones BPM es una tarea compleja que involucra aristas tanto organizacionales como relacionadas con las Tecnologías de la Información. Los académicos y profesionales de tecnologías BPM definen sus propios ciclos de vida de los procesos de negocio y las guías para afrontar iniciativas de informatización basadas en BPM. Estas iniciativas son, en ocasiones, parcializadas porque alcanzan solo instrucciones técnicas de tecnologías BPM o se centran en elementos teóricos aislados. El presente trabajo unifica las posturas en relación con la adopción de BPM aplicando los métodos de mapeo y revisión sistemáticas de la literatura. En este sentido, se toma como partida tanto fuentes académicas como empresariales para caracterizar esta adopción tecnológica desde varias aristas como: los sistemas BPM, ciclo BPM, los elementos comunes de una solución BPM, el lenguaje de modelado de procesos, Arquitecturas Orientadas a Servicios y procedimientos, guías o metodologías para desarrollar soluciones BPM.

Palabras clave: Gestión de Procesos de Negocio, BPM, Revisión Sistemática de Literatura, Mapeo Sistemático.

ABSTRACT

The Business Process Management (BPM) implementation represents a complex task that involves multidisciplinary factors. Academics and practitioner define their own BPM cycles and guideline to address initiatives based on this paradigm. These initiatives are sometimes biased because they reach only technical instructions of BPM technologies or focus on isolated theoretical elements. The present work unifies the postures in relation to the BPM adoption applying the Systematic Literature Review method and Systematic Mapping Review method. In this sense, both academic and business perspectives are taken as a starting point to characterize this technological adoption from such aspects as: most used BPM systems, the invariant phases in the BPM cycle, the common elements of a BPM solution, the standard language for modeling, Service Oriented Architectures as a BPM complement and procedures, guideline or methodologies to develop BPM solutions.

Keywords: Business Process Management, BPM, Systematic Literature Review, Mapping Study.

¹ Centro Informática Profesional. Carrer Comte d'Urgell, 100, 08011 Barcelona, España. E-mail: yuliet.espinosacruz@gmail.com

² Departamento de Ingeniería de Software. Universidad Tecnológica de la Habana "José Antonio Echeverría", Cujae. Avenida 114 % Rotonda y Ciclo vía, Marianao, La Habana, Cuba. E-mail: carlosr@ceis.cujae.edu.cu

³ Departamento de Ingeniería de Software. Universidad Tecnológica de la Habana "José Antonio Echeverría", Cujae. Avenida 114 % Rotonda y Ciclo vía, Marianao, La Habana, Cuba. E-mail: claudiaelena8912@gmail.com

⁴ Empresa de Tecnología de la Información de BioCubaFarma (ETI). Calle 18 #4310 e/43 y 47. Miramar, Playa. La Habana, Cuba. E-mail: ricardo.arencibia@eti.biocubafarma.cu

* Autor de correspondencia: carlosr@ceis.cujae.edu.cu

INTRODUCCIÓN

La Gestión de Procesos de Negocio (BPM, por las iniciales de la expresión en inglés *Business Process Management*) constituye uno de los tópicos más pronunciados cuando se abordan las Tecnologías de Información (TI) aplicadas al entorno empresarial. Este paradigma abarca los conceptos, métodos, técnicas y herramientas de software que brindan soporte al ciclo de vida de los procesos de negocio de una organización (ciclo BPM). Su objetivo consiste en lograr una gestión integral y horizontal en la organización que facilite la agilidad y eficiencia de los procesos de negocio y genere ventajas competitivas bajo un enfoque de mejora continua [1-2].

BPM se considera un enfoque multidisciplinario ya que presenta conectores con elementos empresariales y tecnológicos altamente relacionados entre sí. Introducir y mantener en una organización una solución informática bajo este paradigma (solución BPM) con éxito requiere alinear las iniciativas estratégicas con los procesos de negocio. Bajo el paradigma BPM estos procesos se conciben en un ciclo donde son modelados electrónicamente y pueden ser analizados y mejorados como resultado de varias instancias de procesos ejecutados. Este ciclo BPM se sustenta por los sistemas BPM (BPMS). Las BPMS ofrecen componentes de software integrados en un entorno único que se pueden clasificar en: herramientas de modelado, herramientas de simulación, motores de ejecución, integración de aplicaciones, portales web y monitorización [3].

Junto a los conectores tecnológicos como tipo de tecnologías de integración de aplicaciones incorporadas a las BPMS están las Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA, por las iniciales de la expresión en inglés *Service Oriented Architecture*). BPM y SOA, aunque han evolucionado de forma independiente, constituyen un medio para llevar a las organizaciones a ser más ágiles e innovadoras [4]. En tal sentido, al referirse a soluciones BPM, se podría hacer referencia intrínsecamente a soluciones BPM-SOA. La sinergia de ambos enfoques garantiza la agilidad y flexibilidad necesaria en el negocio y en las tecnologías [4-5].

Para afrontar el desarrollo de las iniciativas BPM los enfoques se centran tanto en perspectivas académicas

como empresariales [6-8]. Ambas perspectivas matizan la forma de abordar los diferentes niveles de abstracción del paradigma BPM como el ciclo BPM y las particularidades de sus fases, la adopción de determinados estándares propios del paradigma [9] y el modelado de procesos de negocio [10]. En este sentido, los procesos de adopción de iniciativas BPM que impliquen el desarrollo de soluciones TI guiadas por este paradigma enfrentan complejidades tales como: orientación a procesos [11-12], la cultura organizacional [13], la competencias y capacitación en el dominio BPM [14-15] y el seguimiento de una metodología, procedimiento o buenas prácticas para el desarrollo de soluciones BPM [16].

Las propuestas de revisiones sistemáticas que analicen los factores que influyen en la adopción de tecnologías y sistemas BPM son escasos en la literatura consultada. Las revisiones en este dominio del conocimiento se centran en: evaluar las características de las tecnologías BPM en función de su naturaleza propietaria o libre [17], analizar su arquitectura y estándares [9, 18], evaluar los modelos de madurez de procesos de negocio y la carencia de evidencias empíricas como muestra de su carácter utilitario [19] y en relacionar BPM con la ingeniería de software en temáticas como la ingeniería de requisitos [20] o el enfoque de líneas de productos de software [21].

La industria demanda un alto nivel de especialización profesional para la ejecución de una iniciativa BPM ya sea para la priorización de esta iniciativa en la organización como para el liderazgo de la solución BPM desde el punto de vista técnico [22]. Además, algunas de las iniciativas BPM se canalizan desde enfoques propietarios y forman parte de programas de capacitación o soporte con algún costo. Aquellos accesibles no tienen un nivel de formalización e integración adecuado y presentan visiones que no cubren el ciclo BPM completamente ya que se aplican a fases específicas de este ciclo. En tal sentido, dotar de revisiones que aúnen un enfoque tanto académico como empresarial contribuyen al conocimiento de los diferentes factores que impactan en el éxito de la adopción de tecnologías BPM.

El objetivo de este trabajo es determinar los elementos invariantes para desarrollar una solución BPM a través de un mapeo y revisión sistemática de la literatura como método de investigación. La

estrategia de revisión que se proyecta abarca tanto el estudio de los trabajos académicos seleccionados en bases de datos de reconocido prestigio como el análisis de contribuciones provenientes de los fabricantes de tecnologías BPM.

Los resultados del presente trabajo caracterizan la adopción del paradigma BPM desde aristas como: los sistemas BPM más abordados, las fases invariantes en el ciclo BPM, los elementos comunes de una solución BPM, el lenguaje estándar para el modelado de procesos, SOA como complemento BPM y los procedimientos, guías o metodologías para desarrollar soluciones BPM.

Contribuciones de esta naturaleza dotan de información veraz a los especialistas y directivos de las organizaciones en el momento de decidir la adaptación de BPM como una línea de servicio en su cartera de soluciones TI. Además, las revisiones sistemáticas de esta naturaleza pueden ser utilizadas como proposiciones teóricas de partida para los procesos de evaluación de tecnologías BPM aplicando métodos observacionales como los estudios de casos. Este tipo de método es muy empleado en los procesos de transferencia de tecnologías y se considera un método esencial para enfrentar cualquier tipo de evaluación de tecnologías TI en el contexto de la ingeniería de software basada en evidencias. Finalmente, este trabajo constituye un referente metodológico para quienes decidan enfrentar estudio de réplicas en otro espacio temporal, pero centrándose en las cuestiones abordadas en la presente revisión sistemática.

ANÁLISIS TEÓRICO

Materiales y métodos

La revisión sistemática de la literatura representa un método de investigación utilizado en la disciplina de Sistemas de Información e Ingeniería de Software. Este método, en contraste con una revisión de la literatura tradicional, persigue el desarrollo de una revisión replicable y rigurosa de un dominio de conocimiento. Se basa en preguntas de investigación que guían la búsqueda en fuentes de datos específicas. Se emplean varios tipos de búsqueda: general, automática, manual, en metadatos o bibliotecas electrónicas, guiadas por cadenas de búsqueda, en conferencias, o eventos, selección de revistas

seriadas específicas o mediante la comunicación con expertos de un tema [23, 24].

Una variante combinada que complementa la aplicación del método de revisión sistemática es el mapeo sistemático [18]. Este segundo método ayuda a identificar y categorizar las investigaciones disponibles en un tema específico. Este tipo de estudio de revisión, más a lo ancho, permite a los investigadores ganar tiempo y esfuerzo ya que provee las bases para asistir nuevas tareas de investigación que requieran un análisis más profundidad. Los mapeos sistemáticos deben ser de alta calidad en términos de exhaustividad y rigor para que puedan constituir una base fiable para las investigaciones posteriores.

El presente trabajo utiliza el método de revisión sistemática para identificar y analizar las investigaciones relacionadas con ciclos, guías, metodologías y procedimientos existentes para el desarrollo de soluciones informáticas bajo el paradigma BPM. La base de partida es un mapeo sistemático que permite identificar y categorizar las investigaciones candidatas iniciales dentro del objeto de estudio.

Fuentes bibliográficas

El método de revisión sistemática requiere la definición de un protocolo que especifique los aspectos claves que guiarán el proceso de revisión [23]. Este protocolo describe cómo buscar y seleccionar los estudios relevantes y cómo analizar los datos para responder a las preguntas de investigación formuladas. El protocolo de revisión contiene: fuentes de datos, estrategia para selección de estudios primarios, estrategia de búsqueda y métodos de extracción y resumen de datos. Esta revisión sistemática proyecta emplear las siguientes fuentes de datos:

Metadato de Scopus: Metadato generado a partir de la cadena de búsqueda “Business Process Management” en el buscador Scopus. Este metadato contiene los primeros 2000 registros desde 2007 al 2014. Para cada trabajo se obtuvo: autores, título, palabras claves, resumen, año, volumen, número, página de inicio y fin, tipo de documento, y lenguaje oficial [25]. Esta fuente bibliográfica se emplea para analizar las propuestas de la comunidad académica en el contexto de BPM. En tal sentido, se utiliza para

una búsqueda automática que permite la extracción y resumen de los datos.

Sitios oficiales de herramientas BPMS: se emplea para explorar el contexto empresarial de BPM. Con este propósito se analizan las fuentes de datos de los fabricantes de tecnologías y empresas BPM. Para seleccionar los sitios candidatos de las BPMS se tuvo en cuenta la existencia de herramientas propietarias y herramientas libres o código abierto. El tratamiento de esta fuente de datos clasifica como una búsqueda automática y una búsqueda manual. La selección de las fuentes se centró en dos categorías: BPMS propietarias y BPMS libres o de código abierto.

BPMS propietarias: herramientas incluidas en los estudios de las consultoras Gartner y Forrester. Son obtenidas de la comparación de los estudios publicados en el período 2010-2014, accedidos desde la web bajo las cadenas de texto “Gartner BPM Suite Magic Quadrant (año)” y “Forrester Wave BPM Suites Report (año)”. En esta cadena “año” se corresponde a cada uno de los años comprendidos en el período mencionado. En tanto, son 5 informes de ambas consultoras que se irán especificando en la medida que se aborden cada una de las preguntas de investigación de este trabajo.

BPMS libres o de código abierto: herramientas usadas en la comunidad académica y con un alto número de descargas en sourceforge.net por la comunidad profesional. Estas se obtienen partiendo de la selección de [26] y, posteriormente, se actualiza esta muestra para el año 2014 con [27].

La estrategia para la selección de Trabajos busca que aparezcan las siglas BPM o su significado en el título, resumen o en el contenido de la fuente para los sitios de herramientas BPM. Así se restringe la búsqueda a dominios concretos del problema para obtener las referencias a materiales que contienen directamente la información requerida.

Criterios de inclusión

En la estrategia para la selección de estudios primarios se tuvo en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

- Trabajos publicados en el período 2010-2014.
- Trabajos en idioma inglés y español como estrategia que diversifica las contribuciones para el estudio.

- Trabajos publicados en revistas, memorias de eventos, sitios oficiales de herramientas.

Todas estas fuentes permiten incluir tanto artículos como memorias de tesis, informes técnicos y otros trabajos que no han sido publicados en fuentes indexadas. Su inclusión se justifica siempre y cuando aporten conocimiento relevante en el tema que se investiga [17].

Criterios de exclusión

Serán excluidos de los estudios primarios los trabajos no disponibles en forma electrónica y los trabajos que no aborden el desarrollo de soluciones BPM. También se descartan aquellos trabajos que no tengan como objetivo el desarrollo de soluciones BPM en al menos una de sus fases del ciclo BPM, ya que el ciclo BPM es el más alto nivel de abstracción a la hora de considerar la adopción del paradigma BPM en un contexto organizacional específico de orientación a proceso y constituye una analogía con el ciclo de desarrollo de sistemas software.

Estrategia de búsqueda y selección

A partir del filtrado de los datos disponibles en el metadatos de Scopus, según los criterios de inclusión y exclusión antes mencionados resultaron 1170 trabajos a analizar, agrupados por año y categoría según la Tabla 1.

Con el propósito de guiar la búsqueda sobre las diversas fuentes bibliográficas se formulan siete preguntas de investigación y varios atributos. Estos atributos se corresponden con cadenas de textos a emplear como criterios de selección de estudios primarios definitivos. Estas cadenas son constructos elaborados como resultado del análisis de trabajos de autores reconocidos en BPM y como resultado de la experticia de los autores de este trabajo en proyectos BPM [28].

La revisión inicial parte de los dos tipos de fuentes de datos para estudios primarios: trabajos de Scopus y trabajos de sitios de BPMS seleccionados. A estas fuentes se le aplican los criterios de inclusión y, a partir de aquí se desarrolla el método de mapeo sistemático para cada una de las preguntas de investigación. Este mapeo extrae y resume los datos mediante la comparación de las cadenas de texto correspondientes. En el caso de los estudios del metadatos de Scopus la comparación se realiza contra el título y resumen,

Tabla 1. Resumen de estudios primarios candidatos del metadatos de Scopus.

Año	Categoría del trabajo						
	Artículo	Artículo impreso	Libro	Capítulo	Memoria de evento	Revisión	Total
2010	41	0	0	0	180	3	224
2011	69	0	1	0	229	8	307
2012	80	5	1	1	167	5	259
2013	55	9	0	110	0	7	181
2014	54	14	1	0	130	0	199
Total	299	28	3	111	706	23	1170

mientras que para los estudios de sitios de las herramientas BPMS se realiza contra el contenido.

Finalmente, son aplicados los criterios de exclusión sobre los estudios candidatos resultantes. Aquellos obtenidos son seleccionados y consultados en profundidad.

Preguntas de investigación

La Tabla 2 describe detalladamente las preguntas de investigación definidas. La primera columna muestra el identificador de cada pregunta. La segunda columna se corresponde con la cadena de texto en inglés y español. Para cada pregunta la cadena de texto en Negrita se utiliza como base invariante

Tabla 2. Preguntas de investigación.

ID	Pregunta de investigación	Atributos en inglés/español
P1	¿Cuáles son las BPMS más utilizadas y exitosas en el ambiente empresarial?	Serán usadas como cadenas de textos el nombre de cada herramienta BPMS perteneciente a los cuadrantes de Gartner y Forrester en el período 2010-2014: "Pegasystems", "Oracle", "IBM", "Software AG", "Appian", "Progress Savion", "Metastorm", "Adobe", "Global 360", "EMC", "Fujitsu", "Singularity", "Tibco", "Cordys", "Intalio", "BizAgi", "Polymita", "AgilePoint", "Bocsh Software", "Vitria", "Whitestein", "K2", "SAP", "PNMsoft", "Pallas Athena", "HandySoft", "Active Endpoints", "OpenText", "DST Systems", "Kofax", "Newgen".
P2	¿Cuáles son las BPMS más abordadas en la comunidad académica?	Serán usadas como cadenas de textos el nombre de cada herramienta BPMS más descargada según SourceForge.net en el período 2002-2005 y en el 2014: "jBPM", "ProcessMaker", "YAWL", "Bonita", "OpenWFE", "Enhydra Shark".
P3	¿Existe un ciclo BPM estandarizado?	"Cycle" , "Phase" , "Analysis", "Planning", "Diagnosis", "Design", "Modeling", "Implementation", "Configuration", "Execution", "Enactment", "Optimization", "Monitoring" "Ciclo" , "Fase" , "Análisis", "Planeación", "Diseño", "Modelado", "Implementación", "Configuración", "Ejecución", "Optimización", "Mejora", "Monitoreo"
P4	¿Cuáles son los componentes básicos o elementos comunes de una solución BPM?	"Element" , "Component" , "Process Model", "Flow", "Data", "Information", "Web Service", "Form", "Interface", "User", "Participant", "Rol", "Rule", "Performance", "Indicator" "Elemento" , "Componente" , "Modelo de proceso", "Flujo", "Datos", "Información", "Servicio Web", "Formulario", "Interface", "Usuario", "Participante", "Rol", "Regla", "Desempeño", "Indicador"
P5	¿El estándar BPMN es el más utilizado para el modelado de procesos de negocio en el contexto BPM?	"Model language", "BPMN", "UML", "EPC", Petri net "Lenguaje de modelado", "BPMN", "UML", "EPC", Petri net
P6	¿SOA es utilizada como complemento indispensable en una solución BPM para la integración con sistemas externos?	"Integration", "Application integration", "System integration", "SOA", "Web service", "Information integration" "Integración", "Integración de aplicaciones", "Integración de sistemas", "SOA", "Servicio web", "Integración de información"
P7	¿Existen guías, metodologías y procedimientos para desarrollar soluciones BPM?	"Cycle" , "Phase" , "Guide", "Method", "Procedure", "Methodology", "Guideline", "Norm", "Advise", "Consulting" "Ciclo" , "Fase" , "Guía", "Método", "Procedimiento", "Metodología", "Buena práctica", "Norma", "Recomendación", "Consultoría"

de la propia cadena. Esta base se concatena con el resto de los atributos de la sección. El alcance de las preguntas está en correspondencia con el alcance del concepto BPM visto como solución TI para la automatización y administración de procesos en función de un ciclo de vida de los procesos [29]. No obstante, dimensiones organizacionales de BPM como parte de una gestión por procesos en la organización quedan fuera del alcance de esta revisión.

RESULTADOS

Los resultados que se muestran a continuación representan las respuestas a cada una de las

preguntas de investigación definidas en esta revisión sistemática.

BPMS más abordadas

Para dar respuesta a la pregunta **P1** la Tabla 3 muestra las herramientas resultantes según los informes de Gartner y Forrester relacionados con las BPMS de mayor presencia en el mercado. En la última columna a la derecha se especifica si la herramienta se recoge en alguno de los trabajos del metadatos de Scopus.

A partir de los datos ofrecidos en la Tabla 3 se seleccionan las BPMS que: tienen una mayor presencia en el período evaluado 2010-2014, son

Tabla 3. Herramientas BPMS reconocidas según Gartner y Forrester 2010-2014.

Herramienta BPMS	Gartner 2010 [30]	Forrester 2010 [31]	Gartner 2012 [32]	Forrester 2013 [33]	Gartner 2014 [34]	Metadato Scopus
Pegasystems	X	X	X	X	X	
Oracle	X	X	X	X	X	X
IBM	X	X	X	X	X	X
Software AG	X	X	X	X	X	X
Appian	X	X	X	X	X	X
Progress Savion	X	X				
Metastorm	X	X				X
Adobe	X					
Global 360	X	X				
EMC	X					
Fujitsu	X	X				
Singularity	X					
Tibco Software	X		X	X	X	X
Cordys	X		X	X		X
Intalio	X					X
BizAgi	X			X		X
Polymita	X					
AgilePoint	X					
Bocsh Software			X		X	
Vitria			X		X	
Whitestein Technologies			X		X	
K2	X					
SAP	X					X
PNMsoft	X		X		X	
Pallas Athena	X					
HandySoft	X	X		X		
Active Endpoints	X					
OpenText			X	X	X	
DST Systems			X		X	
Kofax					X	
Newgen Software	X				X	

recogidas por ambas consultoras y están presentes en el metadato de Scopus.

Las herramientas IBM (www.ibm.com), Oracle (www.oracle.com), Appian (www.appian.com) y Software AG (www.softwareag.com) se observan en todos los informes abordados. También se incluyen Tibco Software (www.tibco.com), BizAgi (www.bizagi.com) y Cordys (www.bpm.cordys.com) ya que, a diferencia del resto, mantienen una presencia en el mercado en diferentes años. Con el objetivo de responder la pregunta **P2** en la Tabla 4 se muestran las herramientas más descargadas según el sitio SourceForge en el período 2002-2005 [35] y en el año 2014. La X en la fila de cada herramienta significa que esta se encuentra en la fuente correspondiente. La última columna a la derecha especifica, además, si la herramienta se trata en alguno de los artículos del metadatos de Scopus.

Según los resultados obtenidos en la tabla anterior se concluye que las herramientas Bonita Software (www.bonitasoft.com), jBPM (www.jboss.org/jbpm) y YAWL (www.yawlfoundation.org/) son las herramientas más descargadas y empleadas en la comunidad científica en el periodo analizado.

De los sitios de las herramientas resultantes de las preguntas **P1** y **P2** se obtienen 68 informes técnicos relacionados con las temáticas que abordan las preguntas de investigación.

A partir de este resultado, se reconstruyó la cadena de búsqueda en el buscador Scopus redefiniendo la base de análisis de los trabajos primarios desde 2007 hasta la primera mitad del 2018. Como resultado de este análisis se obtuvieron 4074 registros definiendo como criterios automáticos de inclusión los registros de tipo *Conference Paper*, *Article*, *Review* y *Article in Press*. Posteriormente, se eliminaron los artículos

Tabla 4. Herramientas BPMS más descargadas y empleadas en la comunidad científica.

BPMS	[35]	[27]	Metadato Scopus
jBPM	X	X	X
ProcessMaker		X	
YAWL	X	X	X
Bonita Software	X	X	X
OpenWFE	X		
Enhydra Shark	X		X

duplicados y se obtuvieron una muestra de 4055 registros. Con el objetivo de identificar los registros primarios que abordaran cualquier tipo tecnologías BPM, se seleccionaron los registros que tuviesen en el título, el resumen o en las palabras claves (TITLE-ABS-KEY) cualquier combinación de: “*BPM solution*” OR “*BPM system*” OR “*BPM technolog*” OR “*BPM tool*” OR “*BPM software*” OR “*BPM application*” OR “*BPM component*” OR “*BPM suite*” OR “*BPM product*” OR *BPMS*. Estas mismas 10 combinaciones se aplicaron pero sustituyendo BPM por “*Business Process Management*”. Como resultado de estas 20 consultas se obtuvieron un total de 521 registros. Esta selección garantiza una base de registros que denominen los sistemas BPM y tecnologías asociadas. Seguidamente se reduce el espacio de análisis aplicando el mismo procedimiento de análisis (TITLE-ABS-KEY) pero identificando registros que tuviesen los términos *evaluat* OR *choose* OR *assess* OR *acquire*. El resultado que se obtuvo fue de 136 registros. Estos se analizaron y se clasificaron en tres grupos:

El primer grupo aborda en TITLE-ABS-KEY el nombre de algún sistema BPM y tecnología relacionada de forma explícita.

El segundo grupo hace una referencia a un sistema BPM y tecnología sin especificar el nombre. Esto sugiere profundizar en el contenido íntegro del registro. Por tanto, requirió este tipo de análisis para poder identificar los nombres de los sistemas abordados en cuestión.

Por último, el tercer grupo de registros se usó como criterio de exclusión ya que el contexto al que se alude cuando se refiere a sistemas BPM y tecnologías guarda relación con un marco introductorio, pero no se centran en ninguna tecnología en específico. En este tercer grupo también se agrupan registros que a pesar de ser analizados íntegramente no mostraron evidencias de sistemas BPM y solo hacían mención aun un contexto genérico de BPMS.

Los registros de los grupos 1 y 2 totalizan 47, en los cuales se identificaron un total de 82 tecnologías BPM.

El paso previo a la culminación del proceso de inclusión/exclusión implicó un reanálisis de los 4055 registros para identificar en TITLE-ABS-KEY la

presencia de las 82 tecnologías BPM previamente identificadas.

Como resultado de este procesamiento se obtuvieron un total de 159 registros después de eliminar los trabajos duplicados pues hubo casos que un mismo registro hacía referencia a más de un sistema o tecnología BPM.

Finalmente se sumaron el grupo de los 47 y 159 registros, respectivamente. Después de eliminar los trabajos duplicados el resultado final totalizó 185 registros.

En la Figura 1 se muestran las 10 tecnologías BPM más abordadas por la comunidad académica en los últimos 10 años. La tabla permite apreciar cómo se distribuyen estos trabajos por años.

Para dar respuesta a la pregunta **P3** en la Tabla 5 se muestra la cantidad de trabajos obtenidos para cada uno de los términos definidos y el porcentaje que representa de un total de 106 trabajos del metadatos de Scopus y 68 documentos de sitios de herramientas BPMS. Para todas las preguntas el total de trabajos del metadatos de Scopus constituye la unión de resultados de la consulta automática para cada uno de los términos. Los subconjuntos resultantes para cada término presentan intercepciones en algunos casos.

Elementos comunes de una solución BPM

Para responder la pregunta **P4**, en la Tabla 6 se muestra la cantidad de trabajos que contiene cada uno de los elementos de una solución BPM así como el porcentaje que representa de los 98 resultados totales del metadatos de Scopus y 68 documentos de sitios

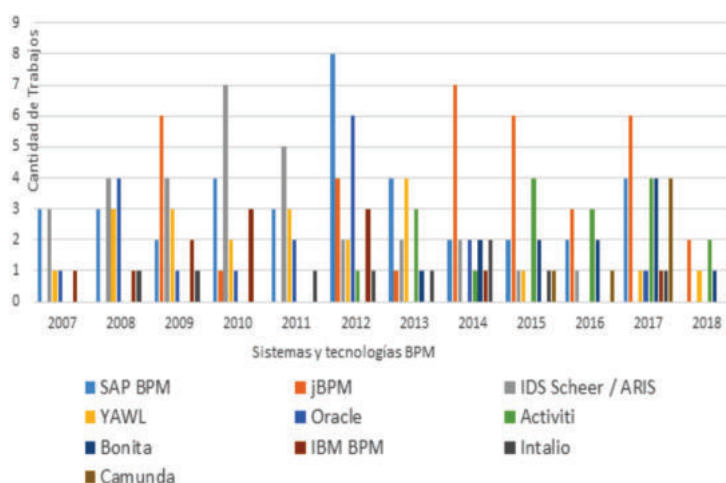


Figura 1. Top 10 de las tecnologías BPM en Scopus.

Tabla 5. Resumen de estudios primarios por fases del ciclo BPM.

Fases del ciclo BPM	Cantidad Scopus	Porcentaje	Cantidad sitios BPMS	Porcentaje	Promedio
Planeación/Planning	16	15%	18	26%	20%
Análisis/Analysis	34	32%	29	43%	38%
Diagnóstico/Diagnosis	4	4%	1	1%	3%
Diseño/Design	53	50%	48	71%	61%
Modelado/Modeling	33	31%	35	51%	41%
Implementación/Implementation	39	37%	36	53%	45%
Configuración/Configuration	6	6%	29	43%	25%
Ejecución/Execution/ Enactment	28	26%	40	59%	43%
Automatización/Automation	9	8%	34	50%	29%
Optimización/Optimization	4	4%	23	34%	19%
Monitoreo/Monitoring	12	11%	30	44%	28%

Tabla 6. Resumen de estudios primarios por elementos de una solución BPM.

Elemento	Cantidad Scopus	%	Cantidad sitios BPMS	%	Promedio
Modelo de proceso	49	50%	36	53%	52%
Modelo de datos	41	42%	43	63%	53%
Regla de negocio	14	14%	34	50%	32%
Rol participante	39	40%	46	68%	54%
Tarea	25	26%	45	66%	46%
Servicio de soporte	35	36%	39	57%	47%
Indicador de rendimiento	20	20%	34	50%	35%

de herramientas BPMS obtenidos. Seguidamente se resume el alcance de cada uno de estos elementos invariantes.

Modelo de proceso: Contienen una descripción estructurada de la información necesaria para el análisis e interpretación de los procesos, tanto por personas como sistemas informáticos: flujo de actividades, participantes, datos, reglas de negocio, entre otros. Estos modelos representan el artefacto fundamental para la implementación de los procesos en una solución BPM.

Modelo de datos: refleja la información del negocio implicada en cada proceso, mediante un modelo estructurado de datos. Representan las relaciones implícitas en las diferentes entidades que forman parte de los procesos, reflejando la información que debe ser gestionada a lo largo del flujo de trabajo.

Tarea: representan el trabajo que se realiza en cada proceso, ordenado lógicamente, con el fin de proveer resultados de acuerdo a las estrategias proyectadas en la empresa. Contienen entradas y salidas, con valor observable de cara a los participantes del negocio. Pueden ser atómicas o compuestas.

Servicio: corresponden a servicios que garantizan las necesidades de integración de los procesos con los sistemas legados de una organización. Permiten

obtener y actualizar la información que se requiere en cada proceso para su correcto funcionamiento, dispersa entre los diferentes sistemas existentes.

Indicador clave de desempeño: criterios que permiten analizar y evaluar el comportamiento de procesos durante su ejecución en tiempo real. Ayudan a planificar y tomar decisiones a partir de los objetivos de una empresa. Representan medidas que ofrecen una visión general de la institución y favorecen la mejora continua del negocio.

Regla de negocio: Colección de políticas y restricciones de negocio en una organización, para capturar la lógica concebida para los procesos. Describen y controlan estructura, definen operaciones y estrategias. Deben ser administradas de manera ágil y eficiente para responder a la dinámica del mercado.

Rol participante: determinan las responsabilidades que posee cada persona o grupo dentro de un proceso, concediendo a los usuarios designados permisos y deberes sobre determinadas actividades e información.

BPMN como lenguaje modelado de procesos

Para responder la pregunta **P5**, la Tabla 7 muestra la cantidad de trabajos por cada lenguaje de modelado y el porcentaje que representa de los 159 resultados del metadatos de Scopus y los 68 documentos de sitios de herramientas BPMS referentes a este tópico.

Tabla 7. Resumen de estudios primarios por lenguaje de modelado de procesos.

Lenguaje de modelado	Cantidad Scopus	%	Cantidad sitios BPMS	%	Promedio
BPMN [36] [37]	107	67%	26	38%	53
UML (Unified Modeling Language) [38]	13	8%	8	12%	10
EPC (Event Process Chain)	11	7%	5	7%	7
Petri net/Red de Petri	35	22%	3	4%	13

SOA como complemento BPM

Para dar respuesta a la pregunta **P6** en la Tabla 8 se muestra la cantidad de trabajos donde aparece cada uno de los términos definidos para el tema de integración en las soluciones BPM. También aparece el porcentaje que estos representan en el contexto abordado: 249 trabajos del metadatos de Scopus y 68 documentos de sitios de herramientas BPMS.

Procedimientos, guías y metodologías para desarrollar soluciones BPM

Para responder la pregunta **P7**, el mapeo se realiza sobre el total de documentos donde aparecen algunos de los términos buscados para cada una de las preguntas anteriores. Estos son 446 registros del metadatos de Scopus y 68 documentos de sitios de herramientas BPMS.

Esta base de análisis permite identificar trabajos afines que incluyan los elementos teóricos de interés. En la Tabla 9 se muestra la cantidad de trabajos por cada término analizado, así como el porcentaje que estos representan de un total de 38 artículos hallados en el metadatos de Scopus y 59 documentos de sitios de herramientas BPMS.

Finalmente, el resumen de los estudios primarios seleccionados del metadatos Scopus corresponden con las referencias de la [30] a la [41]. En el caso del resumen de los estudios primarios seleccionados de los sitios de herramientas BPMS lo constituyen las

referencias [39-57, 42]. Ambos conjuntos totalizan 31 investigaciones primarias seleccionadas de las fuentes examinadas para su estudio en profundidad. Posteriormente, se realiza una discusión general de los aportes y limitaciones encontradas en ellos.

DISCUSIÓN

P1 y P2: tecnologías BPM

El proveedor multinacional de soluciones empresariales SAP como su solución BPM y la herramienta libre jBPM se posicionan como las tecnologías BPM más abordadas con un total de 37 y 36 trabajos respectivamente lo que representa un 37 % del total. Sin embargo, si reducimos el análisis a los últimos 5 años se observa como las tecnologías Bonita, Camunda y Activiti cobran presencia en los trabajos académicos.

En el caso de SAP, Intalio y Oracle coinciden como las tecnologías BPM con presencias en los informes de las empresas consultoras analizadas en la Tabla 3.

P3: Ciclos BPM

Como respuesta a la pregunta **P3** puede concluirse que no existe un ciclo BPM estandarizado, sin embargo, resaltan algunos términos empleados para denotar las diferentes fases. Los términos Análisis y Modelado muestran un porcentaje similar en la fuente de los estudios primarios. No obstante, el Modelado es empleado como la técnica fundamental de BPM en las fases de Análisis y Diseño.

Tabla 8. Resumen de estudios primarios sobre integración en soluciones BPM.

Término empleado	Cantidad Scopus	%	Cantidad sitios BPMS	%	Promedio
SOA	74	30%	24	35%	32%
Servicio Web/Web Service	51	20%	22	32%	26%
Integración de aplicaciones/Application integration	8	3%	6	9%	6%
Integración de sistemas/System integration	6	2%	8	12%	7%
Integración de información/Information integration	6	2%	4	6%	4%

Tabla 9. Estudios primarios sobre procedimientos, guías y metodologías para desarrollar soluciones BPM.

Término empleado	Cantidad Scopus	Porcentaje	Cantidad sitios BPMS	Porcentaje	Promedio
Guía/Guide	10	26%	29	43%	35%
Método/Method	13	34%	39	57%	46%
Procedimiento/Procedure	5	13%	23	34%	24%
Metodología/Methodology	15	39%	23	34%	37%
Buena práctica/Guideline	3	8%	10	15%	12%

En tal sentido, se recomienda que se tomen como fases invariantes del ciclo BPM de mejora continua de procesos las fases de: Análisis, Diseño, Implementación y Ejecución (Figura 2).

Cada una de estas fases se definen a continuación:

Análisis: define los aspectos necesarios para comenzar cada iteración del ciclo BPM en términos de familiarizarse y diagnosticar el negocio buscando oportunidades de mejora que puedan resolverse con la solución. Se realiza una caracterización de la arquitectura tecnológica de la organización y se seleccionan las herramientas BPM.

Diseño: Refina técnicamente los modelos de procesos diseñados en el análisis. Este refinamiento se realiza por los tecnólogos, pero debe ser validado con los especialistas del negocio en función de las mejoras propuestas y las bondades de las herramientas seleccionadas.

Implementación: configura e implementa en la herramienta cada uno de los aspectos diseñados anteriormente para hacer posible la ejecución de los modelos de procesos. También se configuran e implementan funcionalidades externas a la BPMS para satisfacer requisitos de los procesos en caso que la BPMS no ofrezca estas bondades. Los modelos implementados son además probados y desplegados.



Figura 2. Ciclo BPM recomendado.

Ejecución: lleva a cabo la ejecución diaria de las actividades del flujo del modelo de procesos por

parte de los involucrados. Administra las soluciones para garantizar el adecuado funcionamiento de la infraestructura y componentes desplegados detectando y corrigiendo los inconvenientes presentados. Por último, da un seguimiento y control a los indicadores de desempeño de los procesos. Este monitoreo permite detectar problemas en el negocio. Esta fase cierra el ciclo de mejora continua de procesos para que comience una nueva iteración del ciclo BPM.

P4: Elementos comunes de una solución BPM

Como se puede observar todos los elementos se encuentran presentes en los estudios primarios. Resaltan los roles participantes, fundamentalmente desde la visión de los fabricantes de BPMS, debido a la orientación de estas herramientas a los usuarios finales. Igualmente se destacan los elementos modelo de proceso y modelo de datos, siendo estos los más relevantes en una solución BPM y a partir de los cuales dependen el resto de los componentes.

P5: BPMN como lenguaje estándar para el modelado de procesos

BPMN es el lenguaje de modelado de procesos por excelencia en el dominio BPM tanto desde la perspectiva de las contribuciones académicas como de la perspectiva de los fabricantes de herramientas BPMS. La mayoría de estas tecnologías brindan soporte únicamente a este lenguaje de modelado para el desarrollo de los procesos de negocio y gestionar su ciclo de vida.

P6: SOA como complemento BPM

Para soportar la flexibilidad requerida en los procesos de negocios, SOA representa una forma de implementar las necesidades TI ya que como estilo arquitectónico aporta flexibilidad.

El estándar más utilizado para implementar esta arquitectura son los servicios web (WS, por sus siglas en inglés). Los WS y SOA no son términos intercambiables: SOA describe una arquitectura y un enfoque para integrar sistemas, mientras que los WS constituyen una tecnología para el desarrollo de una arquitectura de este tipo. También es posible diseñar una SOA que no use WS como estándar de comunicación.

Por tanto, una SOA es un habilitador fuerte para BPM, dónde las tareas de servicios en BPM

corresponden a los servicios expuestos en una SOA. Al implementar un enfoque de forma descendente los servicios que se desarrollan para un proceso de negocio en sí, pueden ser reutilizados en otros procesos de negocio. En un enfoque de abajo hacia arriba, los servicios en una SOA se vuelven parte del inventario que puede reutilizarse para acelerar futuras implementaciones de soluciones BPM.

P7: Procedimientos, guías y metodologías para desarrollar soluciones BPM

A partir de los trabajos analizados como respuesta a la pregunta **P7** se puede observar que diversos autores han definido ciclos, guías, buenas prácticas o procedimientos para abordar los elementos concernientes a una fase del ciclo BPM. Sin embargo, no aportan una visión integral que permita asimilar e introducir el enfoque BPM de una forma holística en una organización ya que están enfrascados en aportes teóricos e innovaciones que no están validados en el enfoque empresarial, sino mayormente en contextos académicos. No obstante, los marcos de evaluación de metodologías BPM como [16] reconocen que la dimensión de contenido de estas herramientas metodológicas deben centrarse en cuestiones como: la organización, procesos de negocio e implementación de la mejora en términos de personas, tecnología y su gestión.

Por otra parte, se particulariza explícitamente en las cuestiones estructurales de las metodologías como el medio de evaluar el nivel de integración de la dimensión de contenido. En este sentido, las dimensiones estructurales que deben atenderse son: integridad de la metodología como proceso, la selección de técnicas y herramientas, la compatibilidad con estándares, la calidad y formalización de la presentación de la metodología y su usabilidad. En especial, esta última dimensión estructural se debe centrar tanto en la flexibilidad de usarse en múltiples dominios y proyectos como en la capacidad de usarse en términos de reducir sus artefactos sin perder completitud y expresividad.

Desde la dimensión empresarial, los trabajos realizados por fabricantes de herramientas BPMS forman parte de programas de capacitación de acceso limitado. Por demás, no muestran un grado de formalización e integración adecuado con referentes teóricos esenciales, están diseñados para entornos tecnológicos específicos y, en ocasiones, no ofrecen una visión holística del paradigma BPM.

En este sentido, múltiples marcos de evaluación de metodologías BPM han analizado estos niveles de desalineación entre cuestiones académicas y empresariales [16, 58]. Los resultados de estas evaluaciones en metodologías como SUPER, BPTrends y 7FE BPM reafirman que los atributos relacionados con la usabilidad en términos de flexibilidad y adaptación son los que reciben peores evaluaciones. Por tanto, son las cuestiones que más deben atenderse cuando se decida utilizar una guía, procedimiento o buenas prácticas como referente metodológico.

Por consiguiente, tanto la visión académica como empresarial por separado no garantizan un desarrollo a cabalidad de una iniciativa BPM en una organización de una forma sistémica. Estas visiones deberían complementarse con la correcta aplicación de métodos observacionales que garanticen la intervención de contextos específicos de negocio con la suficiente flexibilidad y adaptabilidad.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el presente artículo se afirma que los métodos de mapeo y revisión sistemática de la literatura contribuyen a analizar estudios afines al desarrollo de soluciones informáticas bajo el paradigma BPM de una manera rigurosa y replicable y desde visiones tanto académicas como empresariales.

Desde estas visiones individuales, los trabajos identificados no ofrecen guías sistemáticas para el desarrollo de soluciones BPM. En este sentido, las contribuciones analizadas no dan soporte integral al ciclo BPM. No obstante, definen aspectos a tener en cuenta durante el desarrollo de este tipo de soluciones y figuran como una orientación inicial para trabajadores y directivos involucrados en la asimilación e introducción del paradigma BPM en una organización de un sector económico en específico. Según se abordó en esta revisión hay madurez en las cuestiones de contenido en una iniciativa BPM. Sin embargo, su integración como dimensión estructural es poco atendida según las evidencias de evaluaciones de metodologías y buenas prácticas en este dominio.

Actualmente las contribuciones metodológicas que soportan una iniciativa BPM se centran en

tres cuestiones fundamentales: la solución TI que acompaña la iniciativa, el soporte del ciclo BPM que garantiza la introducción del paradigma desde un enfoque de mejora de procesos y la visión holística de una gestión organizacional basada en una gestión por procesos.

Las evidencias empíricas de iniciativas exitosas en la adopción de soluciones BPM implica la evaluación de un programa BPM en una organización. El nivel de personalización del ciclo BPM, la arquitectura interna de los procesos y su integración con fuentes externas de información, así como la metodología que guía el programa de mejora BPM constituyen dimensiones que deben armonizarse con flexibilidad. En este sentido, se apunta que la disciplina de la ingeniería de métodos situacionales podría proveer de medios para intervenir los contextos de gestión de procesos desde las dimensiones abordadas y con la flexibilidad requerida.

El mapeo y revisión sistemáticas utilizados en este trabajo constituyen un referente metodológico para determinar proposiciones teóricas basadas en evidencias y es una necesidad en el desarrollo de investigaciones de tipo observacional. Por ejemplo, el método de estudio de caso es un método fundamentalmente observacional como parte de los métodos de investigación actuales en Ingeniería de Software basada en evidencias y las investigaciones en la disciplina Sistemas de información. En consecuencia, las proposiciones teóricas sustentadas en estrategias de revisión de la literatura, como las empleadas en este trabajo, son herramientas metodológicas efectivas en investigaciones de campo que proyecten explorar, describir y explicar la adopción de tecnologías informáticas en contextos organizacionales específicos de orientación a procesos.

REFERENCIAS

- [1] W.M.P. van der Aalst, A.H.M. ter Hofstede, and M. Weske. "Business process management: a survey". In *Proceedings of the International Conference on Business Process Management, BPM 2003*. Springer-Verlag: Eindhoven, The Netherlands, pp. 1-12. 2003.
- [2] M. Weske. "Business Process Management. Concepts, Languages, Architectures". Springer-Verlag: New York, USA. 2007.
- [3] D. Ardzevičiūtė, T. Skersys and E. Kvedaras. "Evaluation of business process management systems". In *2017 IVUS International Conference on Information Technology, IVUS 2017*. 2017. CEUR-WS.
- [4] M. Hertis and M.B. Juric. "Ideas on improving the Business-IT alignment in BPM enabled by SOA". In *2013 International Conference of Information and Communication Technology, ICoICT 2013*. Bandung. 2013.
- [5] S. Moedjiono, I. Lewenusa, and A. Kusdaryono. "Integration of management information system using business process management (BPM) and service oriented architecture (SOA) in the service cloud". *International Journal of Applied Business and Economic Research*, Vol. 15 N° 7, pp. 299-307. 2017.
- [6] M. Kunze, P. Berger, and M. Weske. "BPM Academic initiative fostering empirical research". In *Demonstration Track of the 10th International Conference on Business Process Management*. BPM Demos 2012. Tallinn: CEUR-WS. 2012.
- [7] S. Reinheimer. "Modeling needs in the BPM consulting process". In *3rd International Conference on Subject-Oriented Business Process Management, S-BPM ONE 2011*. Ingolstadt, pp. 115-125. 2011.
- [8] R.J. Goeke, and Y.L. Antonucci. "Differences in business process management leadership and deployment: Is there a connection to industry affiliation?" *Information Resources Management Journal*. Vol. 26 Issue 2, pp. 43-63. 2013.
- [9] R.K.L. Ko, S.S.G. Lee, and E.W. Lee. "Business process management (BPM) standards: A survey". *Business Process Management Journal*. Vol. 15 Issue 5, pp. 744-791. 2009.
- [10] M. Geiger, *et al.* "BPMN 2.0: The state of support and implementation". *Future Generation Computer Systems*. Vol. 80, pp. 50-262. 2018.
- [11] H.A. Reijers. "Implementing BPM systems: the role of process orientation". *Business Process Management Journal*. Vol. 12 Issue 4, pp. 389-409. 2006.
- [12] D. Nadarajah and S.L. Syed A. Kadir. "Measuring Business Process Management using business process orientation and

- process improvement initiatives". Business Process Management Journal. Vol. 22 Issue 6, pp. 1069-1078. 2016.
- [13] M.I. Štemberger, B. Buh, L. Milanovic Glavan and J. Mendling. "Propositions on the interaction of organizational culture with other factors in the context of BPM adoption". Business Process Management Journal. Vol. 24 Issue 2, pp. 425-445. 2018.
- [14] D. Braunnagel, T. Falk, B. Wehner and S. Leist. "BPM adoption in small and medium-sized companies in Bavaria". In 24th European Conference on Information Systems, ECIS 2016. Association for Information Systems. 2016.
- [15] C. Alves, G. Valença, and A.F. Santana. "Understanding the factors that influence the adoption of BPM in two Brazilian public organizations". In 15th International Conference on Business Process Modeling, Development and Support, BPMDS 2014 and 19th International Conference on Exploring Modeling Methods for Systems Analysis and Design, EMMSAD 2014. Springer Verlag: Thessaloniki, pp. 272-286. 2014.
- [16] S. Lahajnar, and A. Rožanec. "The evaluation framework for business process management methodologies". Management (Croatia). Vol. 21, Issue 1, pp. 47-69. 2016.
- [17] A. Delgado, D. Calegari, P. Milanese, R. Falcon, and E. Garcia. "A systematic approach for evaluating BPM systems: Case studies on open source and proprietary tools". In 11th IFIP WG 2.13 International Conference on Open Source Systems, OSS 2015, A.I. Wasserman, *et al.*, Editors. Springer New York LLC. pp. 81-90. 2015.
- [18] S. Pourmirza, S.P.F. Peters, R.M. Dijkman, P.W.P.J. Grefen. "A systematic literature review on the architecture of business process management systems". Information Systems. Vol 66, pp. 43-58. 2017.
- [19] A. Tarhan, O. Turetken, and H.A. Reijers. "Business process maturity models: A systematic literature review". Information and Software Technology. Vol. 75, pp. 122-134. 2016.
- [20] A. Unger, M. Spinola, and M. Pessôa. "Requirements engineering approaches to derive enterprise information systems from business process management: A systematic literature review". In 2017 Joint of the Workshops at Modellierung, MOD-WS 2018. CEUR-WS. 2018.
- [21] R.D. Santos Rocha, and M. Fantinato. "The use of software product lines for business process management: A systematic literature review". Information and Software Technology. Vol. 55, Issue 8, pp. 1355-1373. 2013.
- [22] P. Lohmann and M.Z. Muehlen. "Business process management skills and roles: An investigation of the demand and supply side of BPM professionals". In 13th International Conference on Business Process Management, BPM 2015, J. Recker, M. Weidlich, and H.R. Motahari-Nezhad, Editors. Springer Verlag. pp. 317-332. 2015.
- [23] B.A. Kitchenham. "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering, Version 2.3". Software Engineering Group School of Computer Science and Mathematics Keele University & Department of Computer Science University of Durham: Durham, UK. 2007.
- [24] B.A. Kitchenham, *et al.* "Refining the systematic literature review process-two participant-observer case studies Springer Science+Business Media. Vol. 15: pp. 618-653. 2010.
- [25] SCOPUS. Búsqueda de "Business Process Management". El Sevier B.V. 2014.
- [26] P. Wohed, *et al.* "Patterns-based evaluation of open source BPM systems: The cases of jBPM, OpenWFE, and Enhydra Shark". Information and Software Technology, 51 p. pp. 1187-1216. 2009.
- [27] SourceForge. Search Results for "BPM". 1/Septiembre/2014; Available from: <http://sourceforge.net/directory/os%3Awindows/freshness%3Arecently-updated/?q=BPM&sort=popular>.
- [28] Y. Espinosa, and C.R. López. "Business process modeling: Evolution of the concept in a university context". Computacion y Sistemas. Vol. 17, Issue 1, pp. 79-93. 2013.
- [29] B. Buh, A. Kovačič, and M.I. Štemberger. "Critical success factors for different stages of business process management adoption - a case study". Economic Research-Ekonomska Istrazivanja. Vol. 28, Issue 1, pp. 243-258. 2015.

- [30] J. Sinur, and J.B. Hill. "Magic Quadrant for Business Process Management Suites". 2010.
- [31] C. Richardson. "The Forrester Wave™: Business Process Management Suites, Q3 2010". 2010.
- [32] J. Sinur, *et al.* "Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites". 2012.
- [33] C. Richardson, and D. Miers. "The Forrester Wave™: BPM Suites, Q1 2013". 2013.
- [34] T. Jones, W.R. Schulte, and M. Cantara. "Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites". 2014.
- [35] P. Wohed, N. Russell, A.H.M. ter Hofstede, B. Andersson, W.M.P. van der Aalst. "Patterns-based evaluation of open source BPM systems: The cases of jBPM, OpenWFE, and Enhydra Shark". *Information and Software Technology*. Elsevier B.V., Vol. 51, pp. 1187-1216. 2009.
- [36] OMG. "Business Process Model and Notation Specification. Versión 1.2". 2009.
- [37] OMG. "Business Process Model and Notation Specification. Versión 2.0". 2011.
- [38] OMG. "OMG Unified Modeling Language (OMG UML). Infrastructure version 2.3". 2010.
- [39] Appian. "BPM Guide. Getting Started with the Basics". A. Corporation, Editor. Appian Corporation. 2014.
- [40] BizAgi. "BizAgi Spark. From Project to Program - in three simple steps, B". Corporation, Editor. BizAgi Corporation. 2014.
- [41] BizAgi. "BizAgi BPM Suite Functional Description, B". Corporation, Editor. BizAgi Corporation. 2014.
- [42] R. Allègre. "Develop a first business process application". B.S. Corporation, Editor. Bonita Software Corporation. 2013.
- [43] BonitaSoft. "Process design methodology". B.S. Corporation, Editor. Bonita Software Corporation. 2014.
- [44] J.R. Pais. "What is a Process-Based Application?, B.S. Corporation, Editor. 2013, Bonita Software Corporation.
- [45] Cordys. "Cordys Business Process Management Suite. Realizing ROI for enterprise BPM initiatives". Product Brochure, C. Corporation, Editor. Cordys Corporation. 2012.
- [46] H. Skalle, and B. Hahn. "Applying Lean, Six Sigma, BPM, and SOA to Drive Business Results". I. Corporation, Editor. IBM Corporation. 2013.
- [47] A. Catts, and J.S. Clair. "Business Process Management Enabled by SOA". I. Corporation, Editor. IBM Corporation. 2009.
- [48] C.T. Jensen, O. Cline, and M. Owen. "Combining Business Process Management and Enterprise Architecture for Better Business Outcomes". I. Corporation, Editor. IBM Corporation. 2011.
- [49] L. Dyer, *et al.*, "Scaling BPM Adoption From Project to Program with IBM Business Process Manager". I. Corporation, Editor. IBM Corporation. 2012.
- [50] H. Buelow, *et al.* "Getting Started with Oracle BPM Suite 11gR1. A Hands-On Tutorial". O. Corporation, Editor. Oracle Corporation. 2010.
- [51] C. Arce, and S. Leslie. "Oracle® Fusion Middleware. Modeling and Implementation Guide for Oracle Business Process Management 11g Release 1 (11.1.1.5.0)". O. Corporation, Editor. 2011.
- [52] M. Wilkins. "Oracle® Practitioner Guide-Business Process Engineering". O. Corporation, Editor. 2010.
- [53] SoftwareAG. "Guía inteligente para BPM Empresarial- Elimine los silos para liberar la potencia de los procesos". Software AG Corporation: USA. 2012.
- [54] Tibco. "TIBCO Business Studio™ for Analysts User's Guide. Release 3.9". Tibco Software Corporation. 2014.
- [55] Tibco. "TIBCO Business Studio™ BPM Implementation Guide. Release 3.9". T.S. Corporation, Editor. 2014, Tibco Software Corporation.
- [56] Tibco. "TIBCO Business Studio™ Concepts Guide. Release 3.9". T.S. Corporation, Editor. Tibco Software Corporation. 2014.
- [57] Tibco. "TIBCO Business Studio™ Modeling Guide. Release 3.9". T.S. Corporation, Editor. Tibco Software Corporation. 2014.
- [58] A. Filipowska, *et al.* "Organizational ontologies to support Semantic Business Process Management". In 4th International Workshop on Semantic Business Process Management, SBPM2009 - In Conjunction with the 6th Annual European Semantic Web Conference, ESWC2009. Heraklion.15. 2009.