

MODELADO DE PROCESOS DINÁMICOS DE NEGOCIOS – ARTÍCULO DE REVISIÓN

MODELING OF DYNAMIC BUSINESS PROCESSES - REVIEW PAPER

CARMEN CONSTANZA URIBE-SANDOVAL

Ingeniera de Sistemas
Magíster en Ingeniería de Sistemas
PhD. Ingeniería con especialidad en Ingeniería de Sistemas
Grupo de Investigación GIPROCAS
Universidad de Boyacá, Colombia
ccuribe@uniboyaca.edu.co

LUIS OLIVERIO CHAPARRO-LEMUS

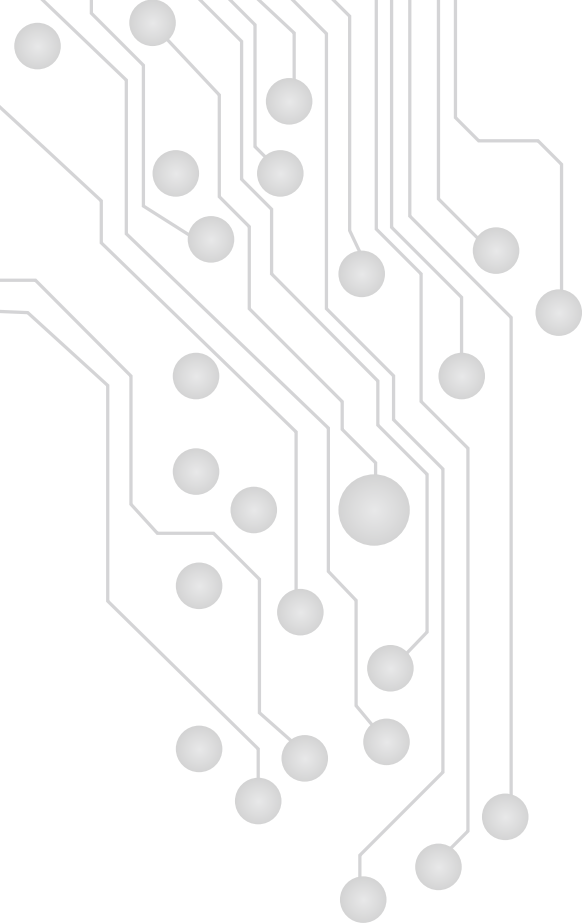
Ingeniero de Sistemas
Diploma de estudios avanzados en doctorado
Grupo de Investigación GIPROCAS
Universidad de Boyacá, Colombia
lochaparro@uniboyaca.edu.co

JOSÉ ARTURO BERRONES-SANTOS

Licenciado en Física
Doctor en Ciencias (Física). Posdoctorado en Sistemas Complejos
Cuerpo Académico de Sistemas Inteligentes Aplicados
Universidad Autónoma de Nuevo León, México
arturo.berronesn@uanl.edu.mx

Recibido: 20/05/2019

Aceptado: 05/02/2020



RESUMEN

Para los ingenieros de sistemas y profesiones afines a la ingeniería del software es necesario tener un conocimiento global sobre la administración de procesos en las organizaciones, puesto que el manejo de la información ya no se limita al desarrollo de software, sino que se basa en los procesos como punto de partida. Con esta revisión se pretende dar un referente inicial sobre algunos de los temas más populares de los que debe tener conocimiento el ingeniero de sistemas, para motivarse a profundizar en el área.

Palabras clave: Gestión de Procesos de Negocio BPM, Procesos dinámicos / Casos, Modelado de Procesos, Notación BPM /BPMN, Suites de BPM Inteligentes / iBPMS

ABSTRACT

For systems engineers and professions related to software engineering, it is necessary to have a global knowledge about the administration of processes in enterprises, since the management of information and not limited to the development of software but based on the processes as a starting point. With this revision we intend to give an initial reference in the most popular topics that the systems engineer should know, in order to motivate and deepen this area.

Keywords: Management of BPM Business Processes, Dynamic Processes / Cases, Process Modeling, BPM / BPMN Notation, Intelligent BPM Suites / iBPMS.

INTRODUCCIÓN

El control de las actividades de una organización, mediante la automatización de la información de sus procesos de negocio, es un campo de la ciencia que ha ganado mucha importancia en los últimos años. Los principios teóricos de la Gestión de Procesos de Negocios (BPM) dieron origen al desarrollo tecnológico de herramientas informáticas especializadas, como las Suites de Gestión de Procesos de Negocio (BPMS), que soportan el modelado, la ejecución y el mejoramiento de los procesos de negocio, sin

Citar este artículo así: Uribe C., Chaparro L., Berrones J., Modelado de procesos dinámicos de negocios – artículo de revisión. Revista I3+, 4(2), 43 - 64 p.p

que, en general, requieran personal especializado en programación de computadores. En ese caso, es más importante el conocimiento de los empleados de las organizaciones acerca de sus procesos, como lo refiere Olariu et al., (2016), quienes además consideran que, al minimizar las tareas de programación, es más fácil adaptar el sistema a los cambios constantes de requisitos en corto tiempo.

Ahora bien, con el acelerado desarrollo y dinamismo de los negocios, las actuales BPMS han tenido que preocuparse por encontrar los principios teóricos y tecnológicos apropiados que orienten la gestión flexible de los procesos de negocios dinámicos, en aspectos como las necesidades particulares de los clientes, el comportamiento cambiante del mercado, las nuevas formas de competencia y el comportamiento histórico del proceso. Una de las estrategias que las BPMS adoptaron para este propósito fue la de transferir el control de la gestión del proceso a un conjunto de reglas de negocios - RN, de manera que sean ellas las que guíen la construcción del modelo y permitan su modificación en tiempo de ejecución, manteniendo su independencia con respecto al flujo del proceso.

Además, para dar soporte a los procesos dinámicos se han desarrollado diferentes trabajos que se enmarcan en el concepto de *Adaptive Case Management (ACM)* (Hauder et al., 2014), con lo que se logró adaptar procesos en tiempo de ejecución, que pueden ir 'aprendiendo' de los comentarios que van haciendo los usuarios finales. Las técnicas de inteligencia artificial se han venido aplicando para conseguir facilidades que permitan a las BPMS la gestión de casos (procesos altamente dinámicos), que se caracterizan por su alto grado de incertidumbre y baja replicación, lo que dificulta una planificación inicial del proceso.

Al respecto, en este artículo se presenta una revisión de trabajos de investigación que permiten consolidar conceptos que se han propuesto en el área de la gestión de procesos a lo largo de historia, tales como *Workflow*, Gestión de Procesos de Negocio (BPM), Modelo y Notación de Procesos de Negocio (BPMN), Reglas de Negocio (RN), Gestión Adaptativa de Casos (ACM) y Notación de la Gestión de Casos (CMMN). Es por esto por lo que las fuentes consultadas no siguen un patrón definido en cuanto a sus años de publicación. En general, se presentan las arquitecturas BPM y las técnicas aplicables a procesos dinámicos; además, se describe el papel de las RN en las BPMS y se tratan las notaciones utilizadas para modelar procesos y casos, así como lo relacionado con BPM, BPMS y ACM. Finalmente, se especifica el modelado con la notación BPMN y con la notación CMMN, y se describen diversas características de inteligencia artificial que han adoptado algunas suites de BPM.

GESTIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO (BPM)

Un proceso de negocio es un conjunto de actividades dirigidas por eventos y ejecutadas en una secuencia específica, que generan valor para el cliente. Los procesos de negocios son transversales a las áreas e involucran toda la cadena de valor. Un proceso tiene un flujo determinado y la lógica de esta ruta se establece por la lógica del negocio, los eventos externos y las reglas del negocio (Hitpass, 2017).

BPM es el acrónimo de *Business Process Management*, en español, Gestión de Procesos de Negocio. Esta disciplina integra un conjunto de principios, métodos y tecnologías, con el propósito de contribuir al mejoramiento continuo del funcionamiento empresarial. La idea de BPM es hacer visible la gestión de los procesos de negocio y facilitar los cambios que sean requeridos (Smith & Fingar, 2003). BPM se apoya en un conjunto de principios que surgieron a finales del siglo pasado, como administración total de la calidad (Deming, 1982), cadena de valor (Porter, 1996), reingeniería de procesos (Hammer & Champy, 2009) y Tecnologías de la Información como facilitadoras y conductoras de la reingeniería de procesos (Davenport, 1993). En su forma más general, BPM se percibe como un nivel tecnológico independiente, a partir del cual es posible automatizar/ejecutar, medir y predecir la evolución de los procesos de negocio.

El concepto de BPM fue presentado inicialmente por Smith y Fingar (2003) en su libro *BPM Third Wave*, como la tercera ola en la ingeniería de procesos. Para Jeston et al. (2008), BPM conduce al logro de los objetivos empresariales a través de la mejora, la gestión y el control de los procesos de negocio, que abarca aspectos de análisis, modelado, implementación y ejecución de los procesos. Según Garimella et al., (2008), BPM hace referencia a un conjunto de mejores prácticas de gestión de procesos, herramientas y tecnologías utilizadas para diseñar, representar, analizar y controlar los procesos del negocio, combinando las tecnologías de la información con metodologías de proceso y gobierno.

Una definición más amplia la plantea la Asociación Internacional de Profesionales de BPM (ABPMP, s.f, p.1) que dice que

BPM es un enfoque sistemático para identificar, levantar, documentar, diseñar, ejecutar, medir y controlar tanto los procesos manuales como automatizados, con el propósito de obtener resultados consistentes para el logro de los objetivos del negocio que están alineados con la estrategia organizacional. BPM incluye el soporte integral de las tecnologías de información para mejorar, innovar y gestionar los procesos que determinan los resultados del negocio, crean valor para el cliente y facilitan el logro ágil de los objetivos del negocio.

Garimella et al. (2008) consideran que BPM incluye sistemas, funciones, recurso humano propio de la organización y *stakeholders* como funcionarios, clientes, proveedores y accionistas. Además, plantea que las principales características de BPM son las siguientes:

- Centrado en los procesos.
- Alineación del negocio con las Tecnologías de la Información (TI).
- Composición de soluciones.
- Transparencia.
- Aprovechamiento de los recursos existentes.

BPM incluye dos grandes áreas que son el BPM Governance y el BPM Operacional. La primera hace referencia a un modelo de gestión corporativo orientado a procesos, que integra las capas directiva, operativa y tecnológica de la organización, define un marco de trabajo que incluye los lineamientos enfocados a estructurar todas las actividades e iniciativas BPM de la organización para gestionar todo lo relacionado con sus procesos de negocio y se constituye como el marco de referencia que servirá de guía a la empresa para la implementación efectiva de los principios de BPM (Kirchmer, 2011). Por otra parte, el área de BPM Operacional se enfoca en la gestión del ciclo BPM para cada uno de los procesos, es decir, la capa operacional, sin considerar el alineamiento con las otras capas del negocio. De acuerdo con lo que propone Hitpass (2017), el ciclo para un proceso existente incluye las fases de levantamiento de información, documentación, rediseño e implementación del proceso. El resultado del ciclo es el proceso automatizado y documentado, acorde con el modelo deseable del proceso.

La gestión de procesos de negocios implica la definición de una arquitectura empresarial integral. Desde ese punto de vista, Garimella et al. (2008) identifican cuatro componentes básicos de la arquitectura de BPM, así: arquitectura de negocios, arquitectura de procesos, arquitectura de gestión y arquitectura tecnológica.

SUITE DE GESTIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO (BPMS)

La administración de los procesos ha sido una preocupación constante de los investigadores que han estado en la búsqueda de optimizar el flujo de dichos procesos (*Workflow*) para proporcionar mayor eficiencia a las empresas que los ejecutan. En Weske (2001) se encuentra una revisión juiciosa de sistemas que administran los flujos de los procesos y cómo desde las fechas en que se proponen, en general del siglo pasado, se diseñan modelos que permiten su flexibilidad, atendiendo a las características dinámicas que estos han presentado y que hoy siguen ocupando a la comunidad científica.

Como se mencionó anteriormente, el concepto de BPM es bastante amplio y abarca diversos aspectos, por lo que no es viable pensar en una herramienta universal que los abarque todos. Sin embargo, en el mercado existen diferentes herramientas desarrolladas para apoyar algún aspecto específico de BPM, como lo clasifica Hitpass (2017), y se resume a continuación.

- Herramientas para análisis y gobierno corporativo (*BPM Governance*), que incluye la planificación, el análisis, la gestión y el control de la estrategia y el modelo del negocio. Estas son las plataformas para

análisis de procesos de negocios (Business Process Analysis BPA) y las herramientas de arquitectura empresarial (*Enterprise Architecture EA*).

- Herramientas para la automatización de procesos, conocidas como sistemas para la gestión de procesos de negocios (*Business Process Management Suite BPMS*).
- Herramientas para la gestión de reglas de negocios, independientemente de los sistemas que las utilizan, conocidos como Motores de Reglas o BRMS (*Business Rules Management System*).
- Herramientas para implementar en tiempo real indicadores de control de gestión (*Business Activity Monitoring BAM*).
- Herramientas para orquestación de servicios entre BPMS y otros sistemas, conocidas como SOA Suite.
- Herramientas para minería de procesos, es decir, para realizar análisis de datos históricos generados por los procesos con el propósito de identificar desviaciones o descubrir patrones (*Process Mining Tools*).

Así, una BPMS es un conjunto de herramientas integradas en una suite que apoya la construcción, la ejecución y el seguimiento de procesos de negocio. Se caracteriza porque integra procesos manuales y automáticos a través de diferentes unidades internas y externas al negocio. Urbina, Soto y Gonzaga (2014) afirman que “un BPMS es un conjunto de utilidades de software para definir, implementar y mejorar procesos de negocio” (p. 55).

Adicionalmente, una BPMS permite definir, modelar, implementar y mejorar los procesos de negocio que cumplen con las características técnicas, como que sea posible aplicarse el enfoque de BPM. El propósito de una BPMS es extraer los procesos de las aplicaciones y almacenarlos en un repositorio. De esta manera, las aplicaciones pueden acceder a tal repositorio y trabajar en colaboración con la BPMS, en lugar de que los procesos estén incrustados en las aplicaciones.

El núcleo de una BPMS es el motor de procesos, mejor conocido como motor de Workflow, cuya función principal es realizar la ejecución automática de los procesos con base en un modelo de proceso ejecutable.

HISTORIA

Las BPMS son el resultado de la evolución natural e inmediata del Workflow. En la década de los setenta el reto era procesar de manera eficiente grandes cantidades de datos: entonces surgió el Groupware. En los ochenta apareció la necesidad de grandes cantidades de documentos manuales: así

surgió el *Workflow* manual, cuyas limitaciones son superadas en los noventa con el BPM. A partir del año 2000 empezó el desarrollo de la tecnología de *Workflow* y su articulación al enfoque de BPM. Se desarrollaron mecanismos y facilidades para el intercambio y el manejo de información. Posteriormente, aparecen herramientas para hacer seguimiento, análisis y mejora a los procesos, que se articulan entre sí y al *Workflow* para originar el BPMS.

El núcleo de un BPMS es el motor de proceso, cuya función principal es la ejecución automática de los procesos de negocio. Para realizar esta función, el motor toma un modelo de proceso de negocio prediseñado y genera una instancia de *Workflow*, siendo la que realmente se ejecuta. Mientras un modelo de *Workflow* es la representación formal de las partes automatizadas del proceso, para Weske (2012), una instancia de *Workflow* es la representación en código ejecutable de un modelo, la cual debe satisfacer todas las restricciones impuestas por él.

Si bien las BPMS son una evolución del *Workflow*, es más preciso decir que son una extensión del *Workflow*. Por lo tanto, el estudio de la arquitectura de *Workflow* es fundamental para entender la arquitectura de BPMS. El principio fundamental de las arquitecturas de gestión de *Workflow*, a partir de la perspectiva de Weske (2012), es que, en el ámbito de *Workflow* tradicional la separación estricta entre el tiempo de construcción y el tiempo de ejecución de las instancias correspondientes del modelo implica que, mientras una instancia de proceso se ejecuta, no existe ningún vínculo entre el modelo de *Workflow* y su instancia, por lo que un cambio en el modelo no afecta a sus correspondientes instancias.

Una BPMS se apoya en un conjunto de Reglas de Negocio (RN) que contienen el conocimiento de los conocedores del negocio y que guían las decisiones en la ejecución de los procesos. La mayoría de los BPMS cuenta con un motor de RN independiente que gestiona las reglas.

REGLAS DE NEGOCIOS

Las reglas de negocio se definen como descripciones de políticas o condiciones que deben ser satisfechas dentro de una organización, o afirmaciones que regulan el comportamiento de los actores de dicha organización. Las reglas de negocio se generan pensando en la persona que conoce el dominio, pero no necesariamente los aspectos informáticos. Un aspecto importante de las reglas de negocio es que ellas representan la parte más significativa del proceso empresarial y flexibilizan su representación, en el sentido en que se pueden adaptar a los cambios a medida que la política empresarial evoluciona.

Se han planteado algunas clasificaciones de las reglas de negocios, pero no existe una clasificación universal que ayude al analista en la tarea de identificación y soporte de estas. El mismo Von Halle (2001) aconseja determinar el esquema de clasificación que mejor se acomode para cada caso. Las reglas de negocio tienen que ver principalmente con aspectos de tipo semántico, no con diseño y

todavía menos con aspectos de implementación. En consecuencia, atendiendo a la función que ellas desempeñan, Von Halle (2001) propone la siguiente clasificación:

Reglas de definición. Describen o relacionan conceptos de la empresa. Pueden iniciar así: Un cliente es ...

Reglas de restricción. Limitan o favorecen ciertas acciones dentro de la empresa. Se pueden dar así: Un estudiante tiene que haber inscrito al menos una materia.

Reglas de derivación. Permiten inferir nuevos conceptos a partir de los ya existentes. Por ejemplo, se puede definir el saldo a partir del saldo anterior y de los abonos.

Las reglas de definición tienden a ser estables, mientras que las reglas de restricción tienden a variar para adaptarse a la evolución de la empresa.

Las reglas de negocio han sido definidas principalmente a partir de las perspectivas del negocio y del desarrollo de software. Desde la perspectiva del negocio, se considera que las RN son elementos que regulan la estructura y el comportamiento del negocio. Por ello, *Object Management Group OMG* (2008) establece en *Semantics of Business Vocabulary and Business Rules* (SBVR), que es “una regla que está bajo la jurisdicción del negocio. ‘Bajo jurisdicción del negocio’ se entiende que una empresa (o cualquier otra comunidad semántica) puede, según lo crea conveniente, promulgar, revisar y descontinuar las reglas de negocio que la rigen y guían” (p. 221). Desde la perspectiva de TI, las RN son requisitos primordiales del software empresarial; es decir, son “declaraciones de políticas o condiciones que se deben cumplir” en el sistema y también son “deben ser rigurosas para que formen una base para la generación de código”, como asegura Odell, (1998, p. 100).

Las bases para la formalización de las RN las proporciona *Business Rules Group BRG*, (2000). Él propone los siguientes principios fundamentales: el vocabulario del negocio está conformado por definiciones de términos; los hechos relacionan términos entre sí para describir la estructura operativa del negocio; las restricciones (aseveraciones de acción) expresan limitaciones sobre el comportamiento del negocio y las derivaciones definen la forma de obtener nuevos conocimientos a partir de información ya conocida.

Las RN han sido objeto de diversas propuestas de clasificación, como las de *Business Rules Group BRG* (2010), *Object Management Group OMG* (2015) y *Ross* (2010), quienes reflejan la perspectiva del negocio o la perspectiva de TI, y otras propuestas que mezclan las dos perspectivas.

En *Chaparro Lemus* (2014) se propone una clasificación basada en el SBVR desde una perspectiva conceptual, que aporta elementos importantes a los objetivos de este trabajo. Allí se consideran tres tipos de RN básicos: reglas estructurales, reglas operativas y reglas de derivación. Cada una de ellas, a su vez, se divide en subtipos como se muestra en la figura 1.

Las reglas estructurales prioritariamente describen las relaciones existentes entre los objetos de un sistema de información. Las reglas operativas y las reglas de derivación pueden afectar el flujo de las actividades de un proceso de negocio.

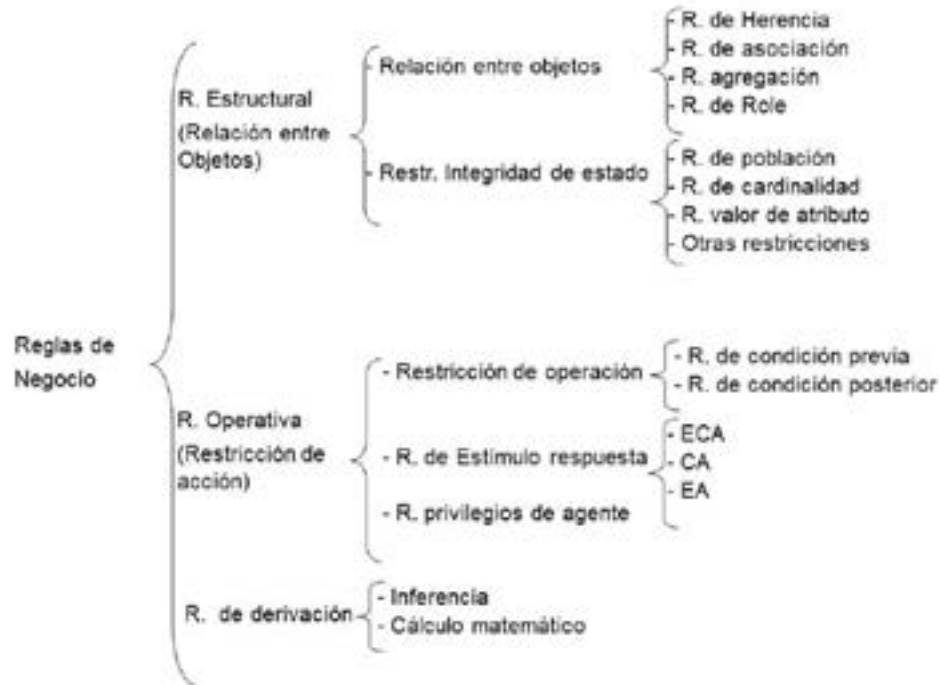


Figura 1. Clasificación conceptual de las reglas de negocio. Fuente: Chaparro Lemus (2014).

Las reglas operativas expresan restricciones que influyen en el resultado de ejecución de las acciones y describen posibilidades del tipo debe (o 'debiera'), no debe (o 'no debiera'). En este nivel, las reglas operativas pueden ser reglas de estímulo-respuesta o reglas de restricción de operación. Las reglas operativas se pueden representar como especificaciones de pre y post condiciones. Una regla de estímulo-respuesta establece que una acción se debe ejecutar (automáticamente) cuando se cumple una determinada condición (reglas CA). Otras reglas reaccionan cuando ocurre un evento y se cumple una condición (ECA), otras simplemente reaccionan cuando ocurre un evento, sin que medie una condición adicional (EA). En este caso, la ejecución automática de la acción ocurre como respuesta a un evento o a que se cumple una determinada condición. Una restricción de operación describe las condiciones, anteriores o posteriores, necesarias para asegurar que la ejecución de una acción es correcta. Estas restricciones son independientes del evento que activa la operación.

Una regla de derivación genera un hecho derivado de una regla de inferencia o una regla de cálculo matemático. Una regla de inferencia produce un hecho derivado como conclusión de inducción lógica (desde lo particular) o deducción lógica (a partir de principios generales). Para esto se vale de hechos previamente conocidos. Una regla de cálculo produce un hecho (resultado) derivado de la ejecución de un algoritmo o fórmula matemática. Para este propósito utiliza uno o más datos conocidos y operaciones matemáticas.

PAPEL DE LAS RN EN LA EVOLUCIÓN DE LAS BPMS

Uno de los componentes más importantes de un proceso de negocio es el conjunto de las RN que orientan ampliamente las decisiones que se tomen en la organización. El informe de Gartner (Sinur, 2009) presenta en siete escenarios la evolución del papel de las reglas de negocios en la gestión de diferentes tipos de procesos de negocios, desde procesos con estructura de control estática hasta procesos con estructura de control altamente dinámica.

De otra parte, Koehler (2011) amplía tal estudio con ilustraciones de cómo las reglas de negocio incrementan su influencia a medida que los procesos de negocio son más complejos y más dinámicos, como se comenta a continuación:

- En el primer escenario las RN se incluyen como parte del modelo de proceso; es decir, se expresan como parte integral de este. En este escenario, las RN se expresan directamente como restricciones del flujo de proceso; así que las RN no se expresan en forma explícita, sino que se incluyen como parte del modelo de proceso.
- En el segundo escenario las RN se expresan de manera explícita, se procesan (evalúan) mediante un motor de reglas de negocio (MRN).
- En el tercer escenario las RN influyen en las decisiones del proceso. Las RN siguen siendo evaluadas por un MNR y ahora su evaluación se usa en las decisiones que debe tomar el proceso para conducir el flujo de cada instancia de proceso.
- En el cuarto escenario las RN guían el proceso; es decir, se usan para supervisar el comportamiento del proceso y detectar oportunidades y amenazas. Con la ayuda de reglas de metanivel es posible expresar políticas de negocio y hacer pronósticos y recomendaciones. De esta manera, las RN soportan cierto nivel de dinamismo del proceso.
- En el quinto y sexto escenarios las RN dirigen la composición dinámica del proceso con base en componentes predefinidos de proceso y de servicio. Los elementos centrales de la gestión del proceso son las reglas; estas ya no son evaluadas por MRN, sino que ahora son actores que gobiernan la operación de los negocios y el comportamiento de los demás elementos del proceso.

- En el escenario séptimo las reglas controlan la autoconfiguración dinámica del proceso para cada instancia. Las reglas cambian dinámicamente y se ajustan para cambiar sus condiciones en tiempo de ejecución sin intervención humana. Este escenario puede requerir la aplicación de principios y técnicas de inteligencia artificial, además de conocimientos de las diferentes áreas de ingeniería de software.

ARQUITECTURAS DE BPMS Y TÉCNICAS QUE APOYAN PROCESOS DINÁMICOS

La gestión del *Workflow* tradicional, como se había mencionado, hace una diferenciación estricta entre tiempo de construcción y tiempo de ejecución. En tiempo de construcción, se elabora el modelo de *Workflow* y se almacena en un repositorio. Cuando se requiere ejecutar un proceso particular, la BPMS crea una instancia a partir del modelo del *Workflow* para llevarlo a cabo; con esto se inicia el tiempo de ejecución. La representación del proceso de negocio mediante un *Workflow* se aprecia en Schuschel y Weske (2003), quienes además discuten la cooperación entre la inteligencia artificial y los conceptos de administración del *Workflow* para dar un mejor soporte a los procesos de negocio.

En Weske (2001) se encuentran algunos trabajos en los que se nota la naciente preocupación por la flexibilidad en la estructura de los *Workflows*, se explica el esquema de grafo del *Workflow* y se muestran interfaces de modelado en las que las instancias son dinámicas.

En Weske (2012) se explica la separación entre tiempo de construcción y tiempo de ejecución, aplicada a procesos con estructura de control estática. En procesos con estructura de control dinámica, Weske (2012) considera las siguientes técnicas: la vinculación dinámica de servicios, que permite localizar, en tiempo de ejecución, los servicios que requiere una aplicación de proceso; el mapeo de ontologías y datos, que permite, en tiempo de ejecución, establecer correspondencias entre datos de diferentes dominios; la aplicación de precondiciones y postcondiciones para mapear datos heterogéneos; la composición avanzada de servicios para determinar si dos servicios pueden ser ejecutados de forma secuencial en el contexto de un proceso de negocio; y el manejo de casos, cuyo objetivo es equilibrar el enfoque en el proceso con enfoque en datos para controlar la ejecución de los procesos de negocio.

En Dudyycz y Korczak (2016) se propone el uso de una ontología para el sector financiero, como apoyo al diseño de un sistema inteligente de negocio. La forma como se analiza el conocimiento para generar una ontología es importante para comprender la estructura de las RN.

MODELO Y NOTACIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO - BPMN

BPMN son las siglas de Business Process Model and Notation. Esta es una herramienta gráfica estandarizada, que utiliza un formato de flujo de trabajo (*Workflow*) para la notación del modelado de procesos de negocio. La versión actual es BPMN 2.0 y apareció en 2011 (*Object Management Group OMG, 2011*).

BPMN es un lenguaje gráfico que utiliza símbolos, relaciones y atributos para el modelado de procesos de negocio. Es un lenguaje sencillo, comprensible, que puede ser utilizado por profesionales de múltiples disciplinas, es decir, no es para uso exclusivo del área de TI. Los principales elementos de modelado de BPMN se muestran en la figura 2.

BPMN Y SOLUCIONES A PROCESOS DINÁMICOS

En Koehler (2010) se propone un método para gestionar procesos dinámicos de negocios utilizando los ciclos de vida de objetos de negocio, las reglas de negocio y las actividades de negocio durante el modelado. Estos elementos son tratados como diagramas de colaboración BPMN y se aplican a sistemas distribuidos.

El proyecto *Workflow Based Internet Service (WISE)* es, quizás, una de las primeras aproximaciones orientadas a lograr herramientas que apoyen procesos dinámicos (Alonso et al., 1999). Propone usar Servicios Web (WS) para apoyar empresas de comercio electrónico; es decir, tiene la capacidad de definir, promulgar y supervisar los procesos de negocio de la empresa virtual, así como apoyar las actividades de coordinación relacionadas.

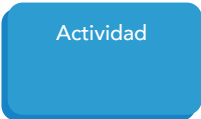








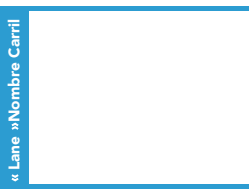

Objetos de Flujo	Objetos de conexión	Canales (swinlaes)	Artefactos	Datos
 <p>Actividad</p> <p>Actividades</p>	 <p>Flujo de secuencia</p>	 <p>«Pool» Nombre Piscina</p> <p>Piscina</p>	 <p>Contenido anotación</p> <p>Comentario</p>	 <p>Objeto de datos</p> <p>Objeto de datos</p>
 <p>Eventos</p>  <p>Compuertas</p>	 <p>Flujo de mensaje</p>  <p>Asociación</p>	 <p>«Lane» Nombre Carril</p> <p>Carril</p>	 <p>Almacén de datos</p>	

Figura 2. Elemento de la notación BPMN. Fuente: Object Management Group OMG (2011).

La idea central de WISE es articular herramientas y servicios de diferentes empresas como bloques de construcción de un sistema de nivel superior en el que un proceso actúa como modelo para el control y flujo de datos dentro de la empresa virtual. Por otro lado, WISE especifica un modelo de ‘conciencia’ que permite al motor tomar decisiones en función de su propia situación y la de los participantes.

Una revisión de BPM especifica un conjunto de características de sus herramientas, entre ellas la separación de las aplicaciones y el uso de componentes que se pueden integrar entre sí (Van Der Aalst et al., 2003). Además, expone la necesidad de proporcionar control de los procesos a los actores humanos de manera que, si es necesario, se pueda romper la secuencialidad establecida por el *Workflow*.

GESTIÓN ADAPTATIVA DE CASOS - ACM

Dado que los procesos de negocios pueden ser dinámicos en el tiempo, existe la Gestión de Casos Adaptativos – ACM (Pucher, 2007). Esta pretende manejar la complejidad de los procesos cuando no es fácil predecir el flujo de acciones o tareas que se requieren y en las que se han vinculado técnicas de inteligencia artificial para lograr sus objetivos. En Hauder et al. (2014) se reúne literatura relevante sobre diferentes investigaciones en Adaptive Case Management (ACM), así como una conceptualización importante para entender el tema. Allí se relacionan varios temas que influyen directamente en ACM y que se articulan en la figura 3.

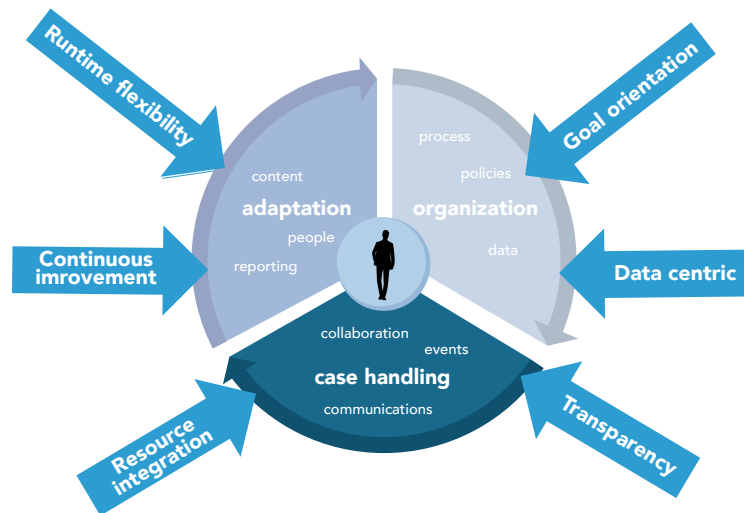


Figura 3. Aspectos relevantes en ACM. Fuente: Hauder et al. (2014).

La gestión de casos, además, se presenta en Van der Aalst et al., (2005) como las situaciones que pueden ocurrir en el negocio y para las que no necesariamente se tienen predefinidos unos procedimientos.

Allí se citan investigaciones basadas en inteligencia artificial que, en su momento, trabajaron en algoritmos de planificación y coordinación de procesos.

También, en un informe de Forrester (Le Clair & Moore, 2009) se da una definición amplia de ACM, así: “Un proceso altamente estructurado, pero también colaborativo, dinámico y de información intensiva, que está impulsado por eventos externos y requiere respuestas incrementales y progresivas del dominio empresarial que maneja el caso” (p. 2). Además, introduce el término “carpeta de casos” para agrupar toda la información que se requiere para esta administración. En este mismo texto se visualiza el desarrollo que tendrá ACM para los próximos años, teniendo en cuenta las necesidades que están relacionadas en las empresas con la administración eficiente en beneficios, préstamos y reclamos de los clientes y de las incidencias que no siguen procesos bien estructurados.

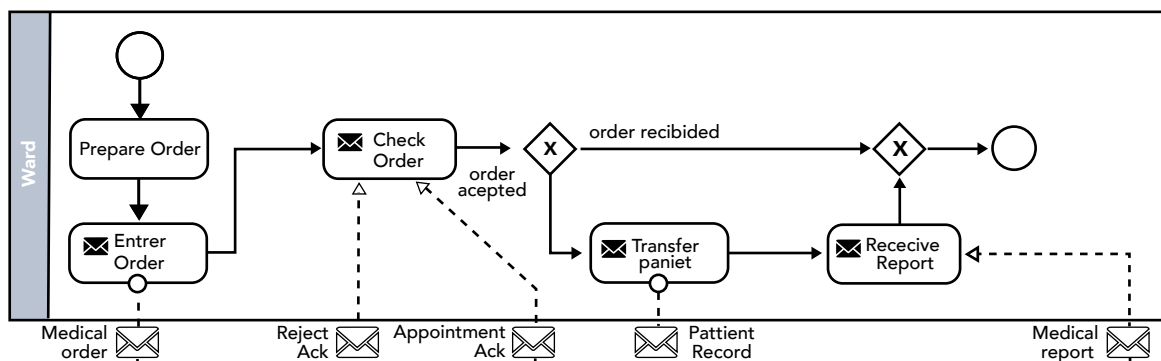
De la misma manera, Osuszek & Stanek (2016) describen las ventajas de los ACM para la toma de decisiones y, especialmente, para el trabajo colaborativo apoyado de los ACM sociales (SACM).

En la tesis de Strijbosch et al. (2011) se explica ampliamente sobre ACM y sobre el término “trabajadores del conocimiento”, el cual ha cobrado una gran importancia para la literatura que trata este documento.

NOTACIÓN PARA GESTIÓN DE CASOS - CMMN

En enero de 2013 el grupo *Object Management Group* liberó la especificación para la notación *Case Management Model and Notation – CMMN* (Grudziska-Kuna, 2013). Una descripción de sus principales diferencias con la notación BPMN se ilustra en Breitenmoser y Keller (2015). Así mismo, Marin (2016) ofrece un amplio panorama sobre el tema.

En Auer et al. (2014) se presenta una clara diferenciación entre el modelado de un proceso con BPMN y el modelado de un caso con CMMN. En las figuras 4 y 5 se puede observar el manejo que se da a las actividades y tareas en cada una de estas notaciones.



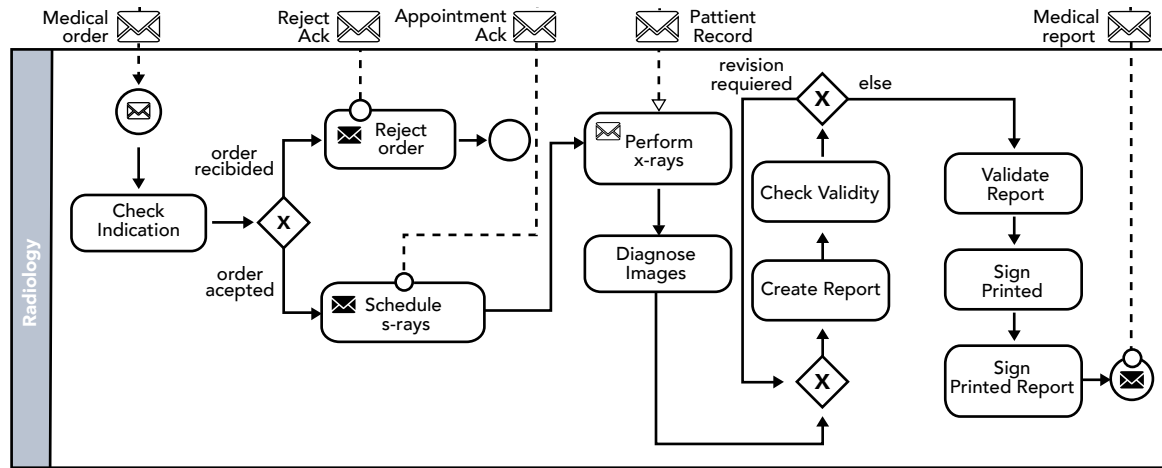


Figura 4. Modelado de un proceso. Fuente: Auer et al. (2014).

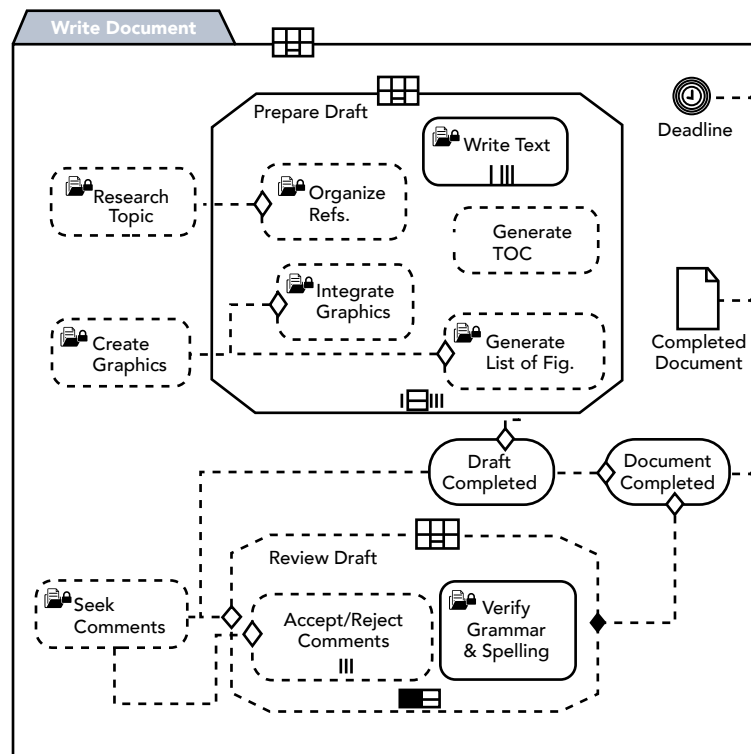


Figura 5. Modelado de un caso. Fuente: Auer et al. (2014).

Business Process Model and Notation - BPMN y Case Management Model and Notation – CMMN son estándares para el modelado de procesos. El primero modela procesos estáticos y el segundo, procesos dinámicos-casos. De acuerdo con Auer et al. (2014), estas notaciones deben combinarse para modelar mediante CMMN los requerimientos cambiantes de los negocios, aprovechando la simplicidad del BPMN. Además, destacan la creciente importancia de los trabajadores del conocimiento en las organizaciones y su relación con las características que deben tener las herramientas de manejo de la información. Mediante ejemplos sencillos, este artículo presenta las diferencias entre el modelado de procesos bien estructurados y los procesos altamente flexibles, temas que se explicaron y que están relacionados con las notaciones dadas.

APRENDIZAJE AUTOMÁTICO Y BPMS

El Aprendizaje de Máquina o Aprendizaje Automático (Machine Learning) es una de las áreas de la inteligencia artificial que ha permitido un manejo eficiente de la información, teniendo en cuenta el volumen de datos que cada día se manejan en los negocios y en el mundo en general. Diversas técnicas se vienen aplicando desde las investigaciones en los Workflow, como la referenciada en Herbst (2000) que aplica técnicas de Machine Learning a los grafos de los procesos e implementa técnicas de inferencia gramatical que están restringidas a flujos de trabajo secuenciales en Workflow concurrentes, dejando abierta la investigación para otros interesados.



Así mismo, se encuentra que BPMS ha incorporado aprendizaje automático para mejorar el manejo de los procesos de las organizaciones. Una revisión del cuadrante mágico de Garner de los iBPMS permite establecer que Pegasystem, Appian e IBM son los fabricantes de suites que han liderado la oferta de servicios con mayor habilidad de ejecución, tanto en el año 2015 (Dunie et al., 2015) como en el 2016 (Dunie et al., 2016) y en el 2017 (Pega, 2017). Así se presenta en la figura 6.

Figura 6. Cuadrante mágico de Gartner. Fuente: Pega (2017).

Pega (2018) sostiene que su organización, Pegasystem, promueve la transformación digital de las empresas y optimiza su trabajo mientras usa las tecnologías de inteligencia artificial, pues facilita que ellas predigan el comportamiento de sus clientes y se adapten para mejorar sus resultados. Además, Pega (2013) afirma que esta corporación ofrece soluciones inteligentes en BPM, que incluyen administración de casos, reglas de negocios y desarrollo de aplicaciones móviles, entre otras funcionalidades.

También, *IBM Knowledge Center* (2017) da a conocer que *IBM BPM Advancer* ofrece a las empresas la facilidad de la gestión de casos mediante el aplicativo *Basic Case Management*. En este reporte se presenta un paralelo entre la gestión de procesos tradicional de negocio y la gestión de casos. En él se evidencia lo impredecible de la secuencia de actividades en la gestión de casos y recomienda a responsables empresariales hacer uso de esta funcionalidad. Adicionalmente, en Ciudad de México la IBM presenta la herramienta *IBM Watson* que brinda funcionalidades de inteligencia artificial a las empresas, entre las que se cuenta el aprendizaje dinámico (Sala de Prensa, 2017).

De otra parte, se encuentran diversos blogs en la página de Appian, entre los cuales Potrzeba (2016) expone que, mediante el *Machine Learning*, las BPMS están actuando sobre los grandes volúmenes de datos con que cuentan las empresas gracias al internet de las cosas. De aquí se descubren los gustos y las tendencias de los clientes y con ello se apoya la toma de decisiones de las empresas. El autor muestra la aplicación del *Machine Learning* en la automatización de procesos como una tendencia futura. Algunas características de dinamismo de la *BPMS Appian* están relacionadas en Alarcón Matta (2007) como gestión de documentos, gestión del contenido, herramientas de colaboración y soporte a comunidades de conocimiento.

Así, se aprecia que en los últimos años las BPMS han desarrollado facilidades que involucran técnicas de inteligencia artificial o *Machine Learning*, para brindar un servicio más eficiente a las empresas que deben lidiar con procesos altamente dinámicos, lo que genera competencia, como se ve en la figura 6. Estas empresas ahora están preocupadas por ofrecer a sus clientes la mejor ayuda posible en la administración de casos, para lo que las BPMS han tenido que involucrar el aprendizaje automático.

Básicamente, en el campo del aprendizaje automático, al momento de diseñar un agente que aprende, se debe conocer el contexto en el que se desenvuelve, los componentes que debe aprender, la realimentación con que cuentan esos componentes para aprender y la representación que los componentes usan (Russell & Norvig, 2004). En particular, las redes neuronales son herramientas de inteligencia artificial que tienen la habilidad de modelar procesos de aprendizaje de diferentes tipos (Matich, 2001), lo que puede apoyar la generación automática de las RN que parten de la experiencia que adquieren de los diferentes casos dinámicos que atiende una BPMS.

CONCLUSIONES

La gestión de casos es una necesidad de alta prioridad en las organizaciones que quieren mantener su competitividad. Es por esto por lo que las suites que administran los procesos están preocupadas por brindar las ayudas tecnológicas necesarias para disminuir la incertidumbre de su curso de acción.

Dichas suites han venido implementando técnicas de inteligencia artificial para apoyar diferentes asuntos de la gestión de procesos, pero no se pueden aplicar directamente a la gestión de procesos dinámicos (casos), pues en estos últimos no es posible prever el flujo de las actividades y porque tampoco se dispone de suficientes ejemplos previos.

Dado que iBPMS y ACM son los principales medios para gestionar procesos dinámicos, es necesario ampliar la revisión de estos y tener un panorama más cercano sobre esta temática. Eso facilitará la propuesta de posteriores trabajos de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPMP. (s.f.). The BPM Profession. Recuperado de: https://www.abpmp.org/page/BPM_Profession [22 de noviembre de 2018]
- Alarcón Matta, J. L. (2007). Modelo de gestión del conocimiento aplicado a la gestión de procesos de negocio. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/2653/Alarcon_mj.pdf?sequence=1
- Alonso, G., Fiedler, U., Hagen, C., Lazcano, A., Schuldt, H., & Weiler, N. (1999). WISE: Business to business e-commerce. En Ride (p. 132). IEEE.
- Auer, D., Hinterholzer, S., Kubovy, J., & Küng, J. (2014). Business process management for knowledge Work: Considerations on current needs, basic concepts and models. En Novel methods and technologies for enterprise information systems (pp. 79–95). Springer.
- Breitenmoser, R., & Keller, T. (2015). Case management model and notation-a showcase. European Scientific Journal, ESJ, 11(25).
- Business Rules Group BRG. (2000). Defining Business Rules – What are They Really? http://www.businessrulesgroup.org/first_paper/BRG-whatBR_3ed.pdf
- Business Rules Group BRG. (2010). The Business Rules Group BRG. The Business Rules Motivation Model – Business Governace in a Volatile World. <http://www.businessrulesgroup.org/bmm/BRG-BMM.pdf>

- Chaparro Lemus, L. O. (2014). Enfoque para Flexibilizar el Modelo de Proceso de Negocio [More flexible approach to Business Process Model]. *Ventana Informática*, (30). <https://n9.cl/i8o54>
- Davenport, T. H. (1993). *Process innovation: reengineering work through information technology*. Harvard Business Press.
- Deming, W. E. (1982). *Out of the Crisis* (MIT Press). Reprint, ISBN-13.
- Dudycz, H., & Korczak, J. (2016). Process of ontology design for business intelligence system. In *Information Technology for Management* (pp. 17–28). Springer.
- Dunie, R., Schulte, W. R., Cantara, M., & Kerremans, M. (2015). Magic Quadrant for intelligent business process management suites. Gartner RAS Core Research Note G, 258612.
- Dunie, R., Schulte, W. R., Kerremans, M., & Cantara, M. (2016). Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites. [http://www.integra-co.com/sites/default/files/Bizagon Gartner Quadrant - Reprint.pdf](http://www.integra-co.com/sites/default/files/Bizagon%20Gartner%20Quadrant%20-%20Reprint.pdf)
- Garimella, K., Lees, M., & Williams, B. (2008). *Introducción a BPM para Dummies*. Wiley Publishing, Inc.
- Grudziska-Kuna, A. (2013). Supporting knowledge workers: case management model and notation (CMMN). *Information Systems in Management*, 2.
- Hammer, M., & Champy, J. (2009). *Reengineering the Corporation: Manifesto for Business Revolution*, A. Zondervan.
- Hauder, M., Pigat, S., & Matthes, F. (2014). Research challenges in adaptive case management: a literature review. In *Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops and Demonstrations (EDOCW), 2014 IEEE 18th International*. IEEE.
- Herbst, J. (2000). A machine learning approach to workflow management. En *European conference on machine learning* (pp. 183–194). Springer.
- Hitpass, B. (2017). *BPM: Business Process Management: Fundamentos y Conceptos de Implementación 4a Edición actualizada y ampliada*. Dr. Bernhard Hitpass.
- IBM Knowledge Center. (2017). *Gestión de procesos de negocio y gestión de casos*.

- Jeston, J., Nelis, J., & Davenport, T. (2008). *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations*. 2008. Butterworth-Heinemann (Elsevier Ltd.).
- Kirchmer, M. (2011). *High performance through process excellence: From strategy to execution with business process management*. Springer Science & Business Media.
- Koehler, J. (2010). The role of BPMN in a modeling methodology for dynamic process solutions. En *International Workshop on Business Process Modeling Notation* (pp. 46–62). Springer.
- Koehler, J. (2011). The process-rule continuum-Can bpmn & sbvr cope with the challenge? In *Commerce and Enterprise Computing (CEC), 2011 IEEE 13th Conference on* (pp. 302–309). IEEE.
- Le Clair, C., & Moore, C. (2009). *Dynamic Case Management—An Old Idea Catches New Fire*. Forrester Research. https://dsimg.ubm-us.net/envelope/115792/331082/1274293649639_DynamicCaseManagement.pdf
- Marin, M. A. (2016). Introduction to the case management model and notation (CMMN). ArXiv Preprint ArXiv:1608.05011.
- Matich, D. J. (2001). *Redes Neuronales: Conceptos básicos y aplicaciones*. Universidad Tecnológica Nacional, México.
- Object Management Group OMG. (2008). *Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SBVR), v1.0*. <https://www.omg.org/spec/SBVR/1.0/PDF/>
- Object Management Group OMG. (2011). *Business Process Model and Notation (BPMN): version 2.0*. Object ManagementGroup.
- Object Management Group OMG. (2015). *Business Motivation Model*. <https://www.omg.org/spec/BMM/1.3/PDF>
- Odell, J. J. (1998). *Advanced object-oriented analysis and design using UML* (Vol. 12). Cambridge University Press.
- Olariu, C., Gogan, M., & Rennung, F. (2016). Switching the Center of Software Development from IT to Business Experts Using Intelligent Business Process Management Suites. In *Soft Computing Applications* (pp. 993–1001). Springer.

- Osuszek, L., & Stanek, S. (2016). The Evolution of Adaptive Case Management from a DSS and Social Collaboration Perspective. In *Information Technology for Management* (pp. 3–16). Springer.
- Pega (2013). Hoja de datos corporativa de Pegasystems. <https://www1.pega.com/es/insights/resources/hoja-de-datos-corporativa-de-pegasystems>
- Pega (2017). Pegasystems named a Leader in Gartner's Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites. <https://www1.pega.com/gartner-ibpms-2017>
- Pega (2018). Plataforma Pega. <https://www1.pega.com/es/products/pega-platform#bpm>
- Porter, M. E. (1996). What is strategy. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/1996/11/what-is-strategy>
- Potrzeba (2016). Machine Learning Contributing to BPM Innovation. <https://www.appian.com/blog/bpm/machine-learning-contributing-to-bpm-innovation>
- Pucher, M. J. (2007). What is Adaptive Case Management (ACM). <https://acmisis.wordpress.com/what-is-adaptive-case-management-acm>
- Ross, R. G. (2010). What is a 'Business Rule.' BR Community. <https://www.brcommunity.com/articles.php?id=b525>
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2004). *Inteligencia Artificial: un enfoque moderno*. <https://n9.cl/14ihf>
- Sala de Prensa. (2017). Inteligencia Artificial de IBM alcanzará a 100 millones de personas en América Latina en 2017. IBM México. <http://www-03.ibm.com/press/mx/es/pressrelea-se/52757.wss>
- Schuschel, H., & Weske, M. (2003). Integrated workflow planning and coordination. En *International Conference on Database and Expert Systems Applications* (pp. 771–781). Springer.
- Sinur, J. (2009). The Art and Science of Rules vs. Process Flows. <https://www.gartner.com/doc/915317/art-science-rules-vs-process>
- Smith, H., & Fingar, P. (2003). *Business process management: the third wave* (Vol. 1). Meghan-Kiffer Press Tampa.

- Strijbosch, K., Reader, R. U., & van Bommel, P. (2011). Master Thesis Adaptive Case Management.
- Urbina, G. B., Soto, P. F. S., & Gonzaga, E. A. (2014). Administración informática I: Análisis y evaluación de tecnologías de información. Grupo Editorial Patria.
- Van Der Aalst, W. M. P., Ter Hofstede, A. H. M., & Weske, M. (2003). Business process management: A survey. En International conference on business process management (pp. 1–12). Springer.
- Van der Aalst, W. M. P., Weske, M., & Grünbauer, D. (2005). Case handling: a new paradigm for business process support. *Data & Knowledge Engineering*, 53(2), 129–162.
- Von Halle, B. (2001). *Business rules applied: building better systems using the business rules approach*. Wiley Publishing.
- Weske, M. (2001). Formal foundation and conceptual design of dynamic adaptations in a workflow management system. En *Hicss* (p. 7051). IEEE.
- Weske, M. (2012). *Business process management concepts, lenguajes, architectures*. Business Process Management. Springer. [http://otgo.tehran.ir/Portals/0/pdf/Business Process Management_1.pdf](http://otgo.tehran.ir/Portals/0/pdf/Business%20Process%20Management_1.pdf)