

Modelo teórico para la especificación y gestión de procesos de negocio, sustentado en el uso de Big Data e Internet de las Cosas (IoT)

Conceptual theoretic for the specification and management of the business process, based on the use of Big Data and Internet of Things (IoT)

José Luis Corona Lisboa¹, Marizé Dámaris Mijares Hernández², Pedro Nolasco Bonillo Ramos³, Aleksander González Klimkiewicz⁴

INTRODUCCIÓN

El análisis, especificación y gestión sobre los procesos de negocio (PN) surge por la alta dependencia y la necesidad que tienen las organizaciones, los negocios y las personas de garantizar altos niveles de fiabilidad y confianza en la ejecución de sus procesos, además de asegurar su rentabilidad y buen posicionamiento en el mercado competitivo, ya que estos manejan aspectos claves que establecen el logro de los objetivos de las empresas. En el área empresarial y académica, se han realizado esfuerzos por encontrar un modelo que relacione los conceptos de especificación y gestión de los PN, bajo el uso de Big Data e IoT (Aalst y Hee, 2004; Eshuis y Wieringa, 2002; Foster, Uchitel, Magee y Kramer, 2004)

Por ello, el estudio de la relación entre la gestión de los PN y cómo especificar sus propiedades bajo un lenguaje formal sustentado en el uso de Big Data e IoT ha sido foco de interés desde hace algún tiempo. Los PN son procesos que pueden ser automatizados mediante el desarrollo de sistemas que abarquen las actividades involucradas en dichos procesos. Actualmente, los desarrolladores crean aplicaciones sin seguir los análisis formales de las actividades cumplidas en tales procesos y sobre requisitos en general. Los analistas no especifican de manera formal tales actividades, lo cual conduce a una práctica que da lugar a errores y a la creación de sistemas poco fiables.

En este artículo se pretende establecer un modelo conceptual que representa las diferentes acepciones de los conceptos relacionados con la gestión y especificación de los PN, usando lenguajes y métodos formales, así como las

ventajas de Big Data e IoT, sus innovaciones e implicaciones de las visiones más recientes entorno a ellos.

La revisión bibliográfica ha reflejado que existen algunos modelos y métodos que definen o expresan la gestión y especificación de las propiedades de los PN, pero solo algunos pocos han enfatizado en su gestión, especificación y verificación formal con el uso de Big Data e IoT (Aalst y Hee, 2004). No se encontró un estudio riguroso sobre cuáles de estos métodos y modelos expresan pasos claros de gestión y especificación de las propiedades de los PN y su relación con un lenguaje formal. Entre los autores que presentan documentos que reflejan el estudio de gestión, verificación y especificación de PN, están quienes proponen un conjunto de propiedades bajo el concepto de *solidez* (Eshuis y Wieringa, 2002) y los que permiten la definición de propiedades *ad-hoc* (Eshuis y Wieringa, 2002). En Foster, Uchitel, Magee y Kramer (2004), se proponen varios tipos de propiedades generales que todas las definiciones de composiciones de procesos deberían verificar y gestionar. Su diferencia con los trabajos anteriores está en que son propiedades diseñadas no para la verificación y control de un proceso aislado, sino para la composición de procesos. Ninguno de los modelos antes descritos incorpora el aspecto formal ni pasos bien definidos para la gestión; sin embargo, es posible tomar en cuenta los pasos para el control y las características de los PN que proponen estos autores, para buscar luego una expresión formal de estas en lógica temporal (LT) y una definición detallada de la gestión de los PN.

Palabras clave: procesos de negocios; calidad; especificación formal; Big Data; IoT.

1 Magister Scientiarum en Producción Animal, Magister en Gestión y Auditorías Ambientales, Experto Universitario en Oceanografía y Recursos Marinos, Licenciado en Educación, Mención: Biología. Funge como Árbitro de la Revista Scientific, patrocinada por el Instituto Internacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Educativo INDTEC, C.A. Filiación: Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Email: joseluiscoronalisboa@gmail.com

2 Filiación: Universidad Central de Venezuela Caracas, Venezuela. Mail: marize.mijares@ciens.ucv.ve.

3 Filiación: Universidad Central de Venezuela Caracas, Venezuela. Mail: pedro.bonillo@ciens.ucv.ve.

4 Filiación: Universidad Simón Bolívar Caracas, Venezuela. Mail: aleksander.gonzalez@gmail.com.

MODELO TEÓRICO PROPUESTO

Para conformar el modelo conceptual objeto de este trabajo, se analizaron las definiciones de los PN, sus propiedades, la relación de estas con la LT, además de definir aspectos relevantes que conducen a la importancia de la LT como lenguaje formal de especificación de las propiedades de los PN, y cómo Big Data e IoT forman una clave fundamental para la gestión y control de aquellos.

Procesos de negocio

Los PN (representados en la Figura 1) son un conjunto de actividades o tareas que involucran agentes que participan en los flujos de trabajo, los actores que las ejecutan, los que asignan responsabilidades, entre otros, y que están sujetos a las reglas del negocio de la organización. Los PN son aquellos que proporcionan soporte a los factores críticos de éxito (algo que debe ocurrir o debe evitarse para alcanzar los objetivos de la organización). Todo PN presenta un conjunto de características de interés dentro de las cuales se pueden mencionar: el alcance de las propiedades, la estructura general de los procesos, el desempeño, la planeación de la capacidad, las dependencias de datos, la composición y correctitud y la concurrencia.

Como resultado del análisis de la base conceptual, la Figura 1 muestra un conjunto de conceptos relacionados con los PN y sus propiedades.

Los PN deben cumplir con ciertas propiedades: la fiabilidad (*Reliability*), la seguridad externa (*Safety*), la seguridad interna (*Security*), el desempeño (*Performance*), la integridad (*Integrity*) y la disponibilidad (*Availability*), des-

tafando su nivel de confiabilidad. Cada una de las propiedades expuestas en la Figura 1 pueden agruparse en tres categorías, siguiendo el esquema del estándar ISO/IEC 9126, que se ajustan a los conceptos generales que agrupan a dichas propiedades. Estas tres categorías son las siguientes:

Funcionalidad. Un conjunto de atributos que se relacionan con la existencia de un grupo de funciones y sus propiedades específicas. Las funciones son aquellas que satisfacen las necesidades implícitas o explícitas.

Fiabilidad. Un conjunto de atributos relacionados con la capacidad del PN de mantener su nivel de prestación bajo condiciones establecidas durante un período determinado.

Eficiencia. Conjunto de atributos vinculados a la relación entre el nivel de desempeño del PN y la cantidad de recursos necesitados bajo condiciones establecidas.

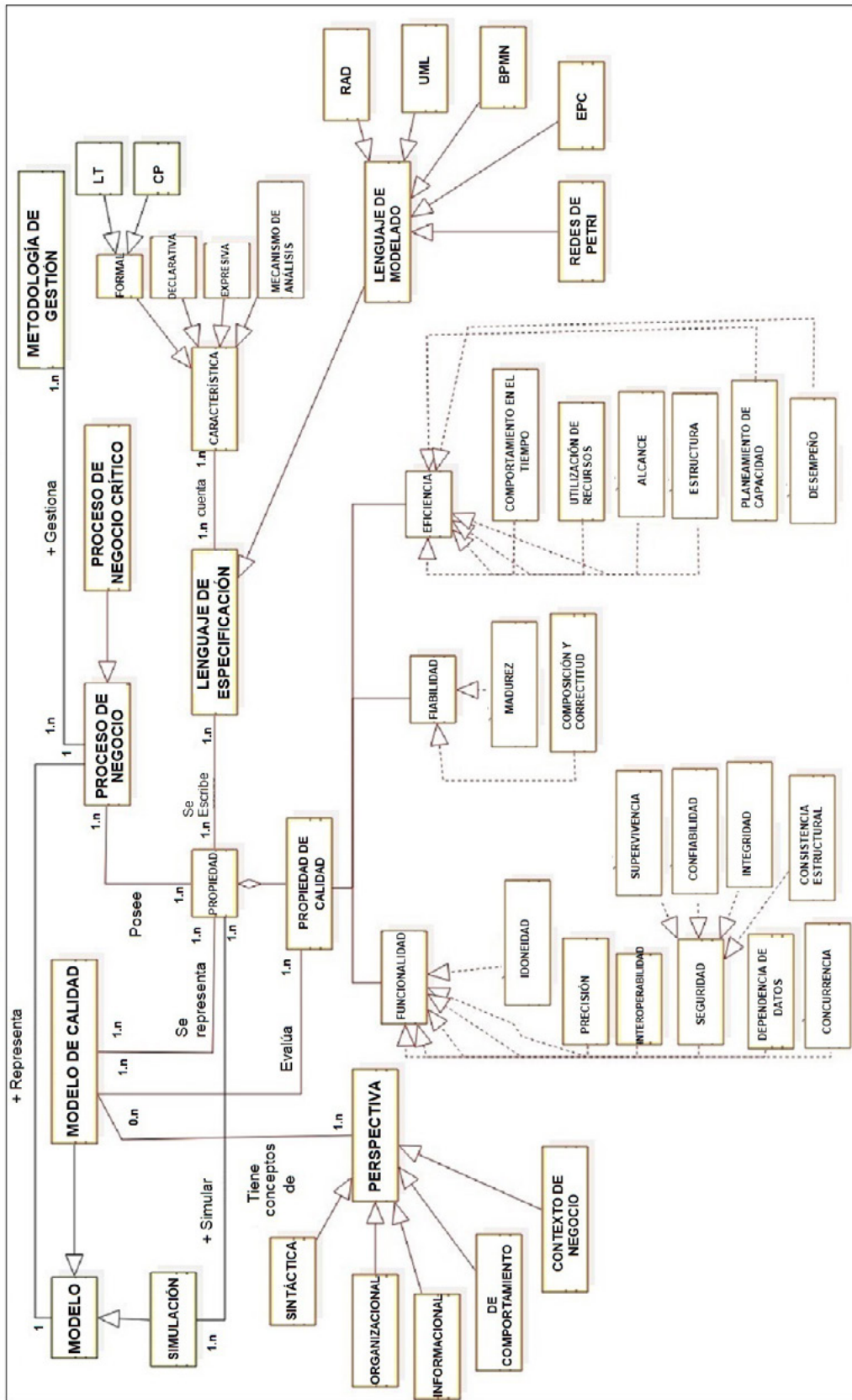
Las propiedades descritas pueden ser verificadas automáticamente mediante la especificación del proceso con un modelo formal. Para ello, se deberán seleccionar las propiedades de interés considerando los requerimientos del analista de negocios. Dicha clasificación se logra gracias a relacionar los conceptos propuestos por Bérard *et al* (1999) sobre las propiedades de un PN y las definiciones expuestas por el estándar.

Especificación de procesos de negocio

Para Knight, Strunk y Sullivan (2003), un PN es aquel que cumple con una especificación de criticidad, la cual consta de:

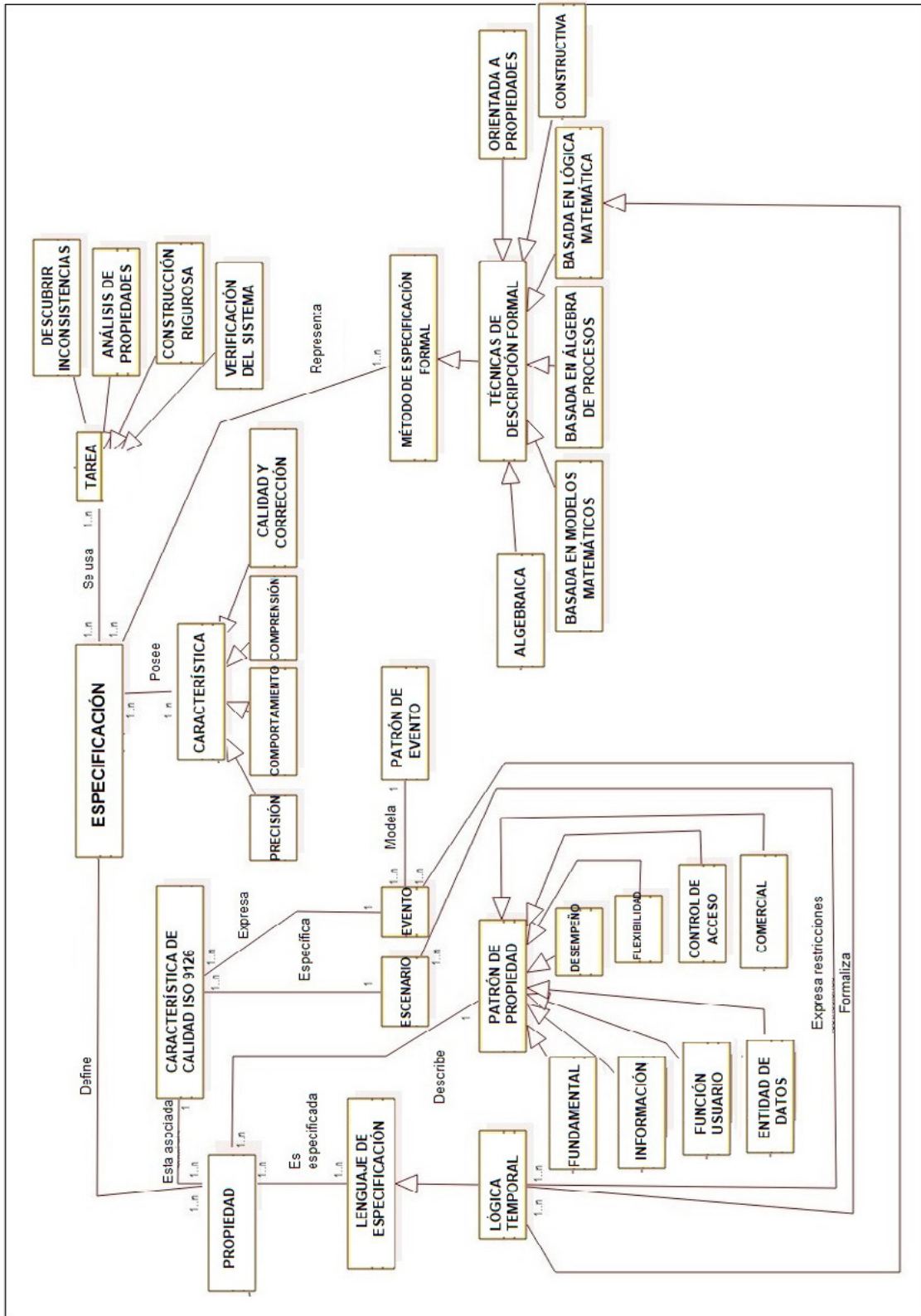
- La consideración que cada elemento de la especificación debe realizar de aquellos aspectos de los procesos críticos con los

Figura 1. Modelo de los conceptos relacionados con los procesos de negocios (PN)



Fuente: Hernández, et al. (2016).

Figura 2. Modelic de os conceptos relacionados con la especificación



Fuente: Fernández, et al. (2016).

cuales está relacionada, así como las condiciones del ambiente en las cuales se debe cumplir la especificación.

- Un conjunto de especificaciones de las formas de servicio aceptables del proceso.
- La especificación de la transición de un estado actual a un estado deseado bajo las condiciones en las cuales es posible.
- La probabilidad, para cada un conjunto de especificaciones de las actividades que conforman el proceso, de que sea cumplido por cada componente del sistema que lo automatizará.

Heitmeyer (2006) asegura, por una parte, que los lenguajes formales utilizados en la verificación y especificación de PN son difíciles de manipular y en algunos casos requieren bases matemáticas. Por otra parte, que los lenguajes como UML, al no tener una semántica más precisa, hacen que se requiera especificar muchos detalles para modelar un PN. Como consecuencia, se ve limitada la capacidad de las herramientas para verificar y especificar este tipo de procesos.

Existen muchas maneras formales de especificar una propiedad, además de los lenguajes formales, como las técnicas de descripción formal que pueden contribuir a reducir la imprecisión que pudieran poseer tales lenguajes. Entonces, se debe distinguir entre métodos formales y métodos de especificación formal. Los primeros se refieren a cualquier técnica basada en el uso de las matemáticas. Los métodos de especificación formal, en los que se centra este trabajo, son métodos formales dedicados a escribir especificaciones de propiedades de procesos de negocios. La mayor parte de los métodos de especificación formal son notacio-

nes que permiten especificar y razonar sobre el comportamiento de procesos (García, 2000).

Una especificación formal es una expresión matemática que contiene la descripción de un proceso o procesos (García, 2000). Los conceptos relacionados con la especificación de propiedades están relacionados según el modelo de la Figura 2. Cada actividad de cada proceso puede ser expresada usando escenarios o eventos, pero los eventos son las formas más calificadas para representar el carácter reactivo de los PN, puesto que modelan reacciones.

Lógica temporal

En esta investigación se toma la LT como lenguaje de especificación formal de requerimientos de calidad de PN, debido a que (1) ofrece disponibilidad de documentación y ejemplos de su uso; (2) permite la descripción formal y completa de las propiedades de PN, las cuales contemplan el cumplimiento de restricciones temporales; (3) admite especificar, expresar y razonar sobre los comportamientos dinámicos de elementos de los procesos con el paso del tiempo; y (4) posibilita discriminar si un hecho tiene lugar en el presente, en el pasado o en el futuro.

Conceptualmente, las fórmulas en LT describen propiedades que pueden expresarse con árboles. El árbol está formado por la designación de un estado en una estructura Kripke (concepto que se aborda más adelante) como el estado inicial y luego “relaja” la estructura dentro de un árbol infinito con el estado designado en la raíz. El árbol muestra todas las posibles ejecuciones iniciadas a partir del estado inicial (Clarke, 2001).

Las fórmulas en LT están compuestas de cuantificadores de camino y operadores tem-

porales. Los primeros son usados para describir las ramas en el árbol, y los hay de dos tipos: A (“para todos los caminos”) y E (“para algunos caminos”). Estos operadores permitirán expresar las fórmulas que definirán los requisitos de calidad de los PN.

Existen diversas clasificaciones de las propiedades de la LT en la literatura. Hay una que tiene especial relevancia para modelos de verificación usando autómatas de Büchi. Esta clasificación, descrita por primera vez por Lamport (2002), divide el conjunto de las propiedades LT en dos subconjuntos: las propiedades de seguridad y las de vivacidad. Las primeras son las que se utilizan para comprobar que nada malo va a pasar en el sistema, mientras que las segundas se usan para comprobar que algo bueno sucede durante la ejecución.

La Figura 3 muestra los conceptos relacionados con la LT, la cual constituye un lenguaje formal integrado por reglas, símbolos, fórmulas y operadores que permiten establecer una descripción o expresión formal de las propiedades de los PN. Estos requisitos de calidad pueden ser relacionados con las propiedades de alcanzabilidad, seguridad, vivacidad y equidad (*Reachability, Safety, Liveness* y *Fairness*, respectivamente), siguiendo la clasificación de Bérard et al. (1999).

Propiedades y lógicas temporales

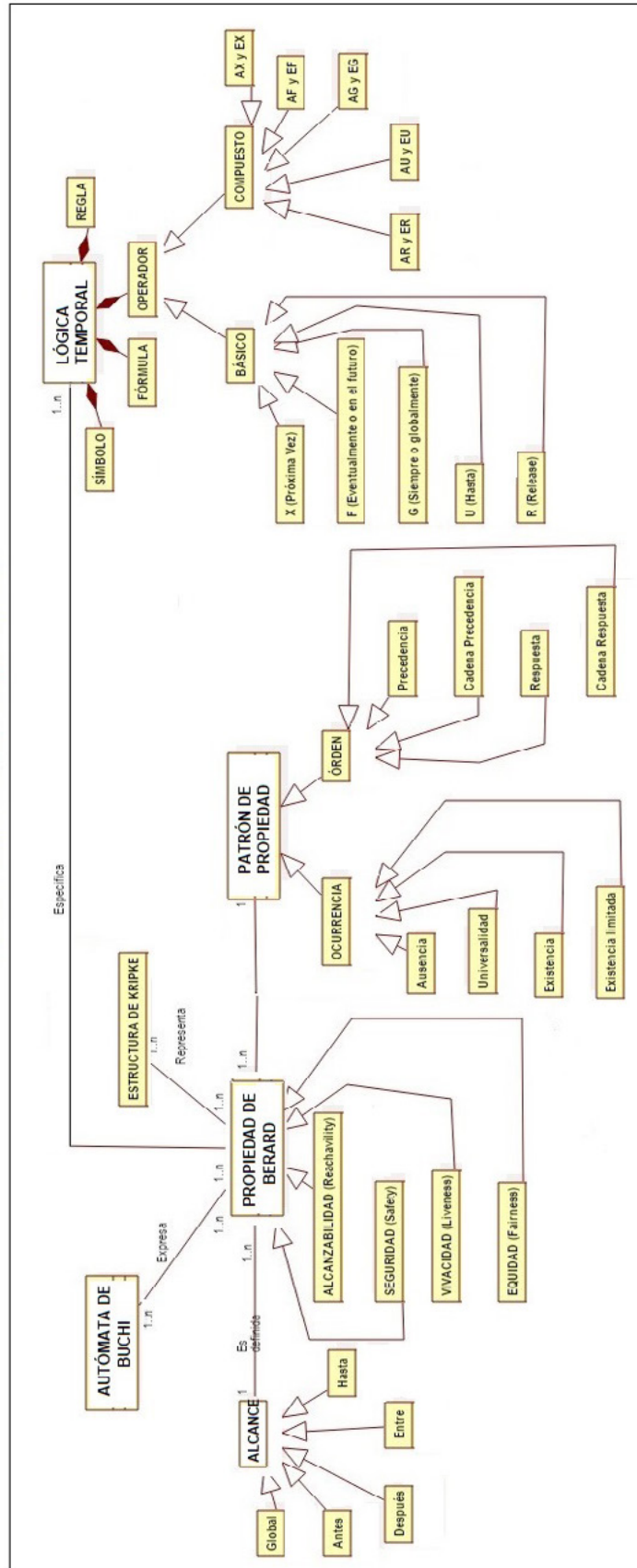
Antes de proceder a analizar la relación entre las propiedades de un PN y la LT, es preciso aclarar algunas definiciones que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Definiciones de estructura de Kripke y autómatas de Büchi.

	Estructura de Kripke
Clarke (2001)	Una estructura Kripke <i>M</i> es una tripleta (S, R, L), donde S es el conjunto de estados; $R \subseteq S \times S$ es la relación de transición, la cual debe ser <i>total</i> (por ejemplo, para todos los estados $s \in S$ existe un estado $s' \in S$ tal que $(s, s') \in R$); y $L: S \rightarrow 2^{AP}$ es una función que nivela cada estado con un conjunto de proposiciones atómicas verdaderas en aquel estado. Un <i>camino</i> (path) en <i>M</i> es una secuencia infinita de estados, $\pi = s_0, s_1, \dots$ tal que para todo $i \geq 0, (s_i, s_{i+1}) \in R$.
	Autómatas de Büchi
Chicano (2007)	Un autómata de Büchi <i>A</i> es una tupla $A = (S, Q, D, Q^0, F)$ donde Σ es un alfabeto finito, Q es un conjunto finito de estados, $D \in Q \times \Sigma \times Q$ es una relación de transición, $Q^0 \in Q$ es el conjunto de estados iniciales y $F \in Q$ es el conjunto de estados de aceptación.
Conclusión	Antes de verificar un modelo determinado de un sistema, hay que transformarlo en una estructura a partir de la cual se pueda aplicar el algoritmo de verificación. A través de la estructura de Kripke y los autómatas de Büchi, se logra la formalización de las propiedades de un sistema.

Fuente: elaboración propia

Figura 3. Modelo de los conceptos relacionados con la TL.



Fuente: Hernández, et al. (2016)

Una propiedad es un conjunto de palabras infinitas de un alfabeto particular. Si el lenguaje aceptado por un autómata está contenido en dicho conjunto de palabras, el sistema cumple la propiedad. En caso contrario, existirá alguna ejecución del sistema que viola la propiedad. Para especificar las propiedades del sistema, se suele acudir al uso de alguna lógica temporal, como la lineal (LTL) o las de árboles de computación (CTL, CTL*) (Chicano, 2007).

Según el análisis anterior, existe una clasificación de las características de calidad que se relacionan con la LT, tal como es la seguridad y la vivacidad que podrían englobar las propiedades de calidad de los PN, que han sido definidas en tablas anteriores. Pero no solo es preciso definir cómo encajan estas propiedades dentro de la clasificación de las propiedades de los PN, expuestas en secciones previas, sino que es imprescindible diagnosticar cuáles de ellas pueden ser especificadas en LT.

Internet de las Cosas (IoT)

Con el auge de la tecnología y, especialmente, del sector de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), las empresas y organizaciones se han visto en la necesidad de robustecer sus estrategias para mantenerse competitivas y rentables ante un mercado cada vez más globalizado y cambiante. Las tecnologías han evolucionado para dar soporte a dichas empresas, mediante el desarrollo de *software* y *hardware* especializados, lo que permitió aumentar su eficiencia y productividad. Y continúan en aumento más investigaciones y desarrollos en el área de las TIC, que generan novedosas y mejores tecnologías que dan paso a nuevos mercados.

Una de las aplicaciones de mayor creci-

miento y desarrollo en el sector de las TIC ha sido *Internet of Things (IoT)* o Internet de las Cosas. Está claro que internet ha impactado en todos los sectores económicos y sociales del mundo; IoT viene a cambiar la manera como se hacen las cosas. IoT se refiere a la comunicación en forma real entre objetos mediante redes de internet, permitiendo recabar datos e información para convertirla en conocimiento (Gutiérrez, Serna, Parada y Torres, 2014).

Dave Evans, un empresario de Cisco, manifiesta que IoT vino a dificultar la comprensión de los cambios constantes de la tecnología, en el sentido de que se piensa en que se dominará todo el futuro tecnológico y los cambios sociales y económicos que se avecinan, pero lo que no se sabe es que IoT constituye la mayor revolución tecnológica que se ha visto hasta la fecha tanto en términos de tecnología como en escala de oportunidad de negocio. Exponencialmente, más impactante que la actual internet.

De acuerdo con Rayport y Sviokla (2000), el mundo físico se está conectando en línea con otros objetos. Los dispositivos de ahora, y también los de antes, adquieren más inteligencia digital. "Internet de las cosas" es más que la conexión de estos dispositivos con internet; IoT asume un nivel de inteligencia conectada que permite que los individuos realicen acciones más minuciosas y de alto alcance, además de automatizar los procesos e incorporar máquinas digitales que hacen nuestras vidas más eficientes. Todo lo anterior conduce a una mejor comprensión y control sobre el mundo tangible. La conexión de objetos a internet dará lugar a la mejora de procesos para la eficiencia de las funciones de las organizaciones y, en consecuencia, les generará mayor rentabilidad y competitividad en el mercado. Esta capacidad

va a modificar el modo de fabricar y distribuir de las empresas. A su vez, las compañías deberán reorganizar sus sistemas operacionales.

Todas las empresas compiten en dos mundos: un mundo físico integrado por recursos que se pueden ver y tocar, y un mundo virtual consistente en información. Se ha denominado este nuevo mundo informático, mercado virtual, a fin de diferenciarlo del mundo material físico. (Rayport y Sviokla, 2000)

Las organizaciones ya están dejando de moverse entre esos dos mundos, porque cada vez se reduce más la frontera entre lo físico y lo virtual, gracias a IoT, que está fusionando o haciendo converger a esos dos mundos en una nueva realidad.

Esta nueva realidad trae, para las empresas, las posibilidades de crecimiento exponencial, sin limitación de sectores, con todas las posibilidades para la innovación en el desarrollo de productos, nuevas actividades, mejor definición y optimización de sus funciones y procesos de negocio, en las que confluyan un objeto físico junto con un servicio virtual.

Las empresas tienen grandes oportunidades de renovación y optimización de sus PN gracias a IoT, generando bienes híbridos de producto más servicio virtual, que originen nuevos ingresos por ventas, combinados con ingresos recurrentes por pago de cuotas por los servicios; robusteciendo su productividad; y mejorando la posición dentro de la competencia de mercados.

La comprensión de las posibilidades de hibridación físico-virtual por la ruptura que supone se puede intuir como una de las mayores dificultades para adaptar las competencias directivas tradicionales, lo cual no solo deman-

dará una optimización y cambios de PN, sino también una mejora de la gerencia de la organización y control de sus funciones y PN.

El IoT es la tendencia con más posibilidades de desarrollo y negocio, tanto en los servicios para las personas como en sus aplicaciones industriales. En esencia IoT se basa en sensores, redes de comunicación y en un sistema inteligente que maneja todo el proceso y los datos que genera. Esta última parte conecta a IoT con Big Data. (Lombardero, 2015)

Big Data

El IoT ha impactado en el sector de las TIC debido al auge de dispositivos y máquinas conectados a internet y empujados en las cosas, lo cual se hace visible desde en el uso de nuestros celulares hasta en la infraestructura tecnológica que nos rodea, e incluso en la ropa que vestimos. Ya estamos en el futuro visionado donde los objetos inteligentes pueden detectar el entorno en el que nos encontramos e interactuar no solo con sus propietarios, sino incluso entre sí. Todo ello genera grandes volúmenes de datos a muy corto plazo, atestando de información toda internet y, por ende, activando los sistemas de Big Data (Del Pino, 2015).

Por lo anterior, la información se ha convertido en el capital más valioso para las organizaciones, hasta el punto de que estas crecerán a la luz de la comercialización de dicha información. Estas compañías deberán estructurar estrategias que les permitan gestionar y controlar los millones de potenciales fuentes de datos que aparecen y desaparecen y aplicar soluciones de almacenamiento para organizar y alimentar sus PN, aplicando técnicas de *business analytics* para transformar los datos en información de valor (Del Pino, 2015).

IoT constituye la fuente adicional de datos para la optimización de los negocios, datos que pueden originarse de fuentes de información como los *data warehouses* o las aplicaciones operacionales y datos maestros procedentes de máquinas, aplicaciones, dispositivos o seres humanos (Del Pino, 2015).

El *business analytics* busca procesar todos estos datos provenientes de distintas fuentes y habilitarlos o ponerlos a disposición del consumidor de forma sencilla. De manera similar, Big Data se compone de datos tanto estructurados como desestructurados, pero debe proporcionar al usuario accesos transparentes y sencillos en la medida de lo posible. La búsqueda empresarial, o *enterprise search*, es el paradigma más común para explorar los datos desestructurados, y las herramientas más tradicionales de *business intelligence* (BI) se manejan mejor entre los datos estructurados (Del Pino, 2015).

Con lo antes expuesto, es fácil observar que con la combinación entre BI y *enterprise search* a través de Big Data y otras fuentes de datos, podrán atender de manera óptima las necesidades del futuro consumidor de información y los PN.

Big Data (del idioma inglés “grandes datos”) viene a consistir, en el sector de TIC, una referencia a los sistemas que manipulan grandes conjuntos de datos.

Por su parte, Gartner Group define *Big Data* como un conjunto de datos de gran volumen, de gran velocidad y procedente de gran variedad de fuentes de datos que demandan formas innovadoras y efectivas de procesar la información.

Big Data es una tecnología de punta que

permite la comprensión y la toma de decisiones, a partir del procesamiento de enormes cantidades de datos (estructurados, no estructurados y semiestructurados) que, muchas veces, resulta tedioso y costoso cargar en una base de datos relacional y procesar su análisis. Por lo tanto, el concepto de Big Data se aplica a toda la información que no puede ser procesada o utilizada con herramientas o procesos tradicionales (Puyol, 2014).

El objetivo principal con Big Data es capturar, almacenar, buscar, compartir y agregar valor a los datos pocos utilizados o inaccesibles hasta la fecha. Es decir, la clave no está en el volumen de datos o en su naturaleza, sino que lo relevante radica en su valor potencial, que solo las nuevas tecnologías especializadas en Big Data pueden explotar. En otras palabras, lo importante está en aportar y descubrir un conocimiento oculto a partir de grandes volúmenes de datos (Puyol, 2014).

Big Data viene a representar una gran frontera para la innovación, la competitividad y la productividad, además de ser un gran desafío y un mundo de oportunidades para las empresas de elevarse por encima de la competencia (Puyol, 2014).

Cada día se generan más y más datos, a punto tal que el crecimiento exponencial es tan grande que el 90% de los datos en la actualidad han sido generados en los últimos dos años (Puyol, 2014).

En líneas generales, según indica Girardotti (2013), Big Data tiene un gran espectro de posibles aplicaciones. Estas son:

- Sensores inteligentes aplicados a diferentes verticales de la industria, que almacenan continuamente datos de las líneas de

producción que son luego analizados para, por ejemplo, mejorar procesos industriales.

- Horas de video grabadas para vigilancia u otros fines.
- Miles de pagos con tarjeta de crédito cada segundo alrededor del mundo.
- Millones de tuits por día. Miles de tuits por segundo.
- Numerosos comentarios en las páginas corporativas de las redes sociales.
- Gigas de archivos de documentos, planos, formularios, y muchos otros tipos de datos desestructurados que son digitalizados para hacer más eficiente su almacenamiento.
- Información de transacciones en la bolsa, cotizaciones de *commodities*.
- Movimiento de vehículos, carga, seguimiento por GPS. Información del clima: temperatura, presión, humedad, vientos, precipitaciones.

En Álvarez (2013), se señala que estos datos corresponden a un capital millonario para la mayoría de las empresas. Saber recoger y utilizar grandes cantidades de datos permite a las empresas tomar mejores decisiones y ser más competitivas.

Las prioridades de negocio y de tecnología en general, así como de estrategia, se presentan en el siguiente escenario (Álvarez, 2013):

- Las cinco principales prioridades de negocio son:
 1. Incrementar el crecimiento de la empresa.

2. Atraer y retener clientes.
3. Crear nuevos productos y servicios (innovación).
4. Mejorar la efectividad de *marketing* y ventas.
5. Mejorar el liderazgo empresarial.

- Las cinco principales estrategias que fueron mencionadas son:

1. El desarrollo de soluciones de negocio.
2. La implementación de soluciones en la nube (SaaS, PaaS, IaaS).
3. La reducción del costo de entrega de TI para la organización.
4. La expansión del uso de información y *analytics*.
5. La implementación de mejoras en los PN.

Big Data es una nueva generación de tecnologías y arquitecturas cuyo objetivo es extraer valor económico de grandes volúmenes de datos heterogéneos habilitando una captura, identificación y/o análisis a alta velocidad. Big Data se caracteriza por tener cuatro dimensiones: volumen, variedad, velocidad y valor (Puyol, 2014).

Volumen: corresponde al procesamiento intensivo y complejo de subconjuntos de datos de gran tamaño que contienen información de valor para una organización mediante tecnologías de Big Data. Se refiere a las cantidades masivas de datos que las organizaciones consideran para la toma de decisiones y la definición de estrategias competitivas. Los volúmenes de datos son verdaderamente “altos” y varían en función del sector e incluso de la ubicación geográfica, y son más pequeños que

los *petabytes* y *zetabytes* a los que a menudo se hace referencia (Puyol, 2014).

Variiedad: con las numerosas fuentes de datos y la interacción cada vez mayor entre las personas y los dispositivos, la información de valor es el resultado de la combinación de datos de múltiple origen y tipología que puede estar en forma estructurada, semiestructurada o no estructurada (Puyol, 2014).

Velocidad: hace referencia a la perspectiva de los datos en movimiento. La velocidad tiene que ver con la forma en que se crean, procesan y analizan los datos. Lo que se busca es un procesamiento más efectivo y a tiempo; en otras palabras, la información disponible en el momento en que se requiera para la mejora y gestión de los PN y la toma de decisiones. Ciertos tipos de datos deben analizarse en tiempo real para que resulten útiles para el negocio (Puyol, 2014).

Valor: en el contexto de Big Data, hace referencia a los beneficios que se desprenden de su uso (reducción de costos, eficiencia operativa, mejoras de negocio) (Puyol, 2014).

A estas características puede añadirse otra, denominada “veracidad”.

Veracidad: la incertidumbre de los datos. La veracidad hace referencia al nivel de fiabilidad asociado a ciertos tipos de datos. El reto fundamental de Big Data es proporcionar datos de calidad, información útil. La necesidad de reconocer y planificar la incertidumbre es una dimensión de Big Data que surge a medida que los directivos intentan comprender mejor el mundo incierto que los rodea (Puyol, 2014).

Big Data es una oportunidad para que las empresas puedan obtener una ventaja com-

petitiva en el actual mercado digitalizado, haciendo que las empresas se reestructuren y transformen la forma en que interactúan con sus clientes y les prestan servicio. No todas las organizaciones adoptarán el mismo enfoque con respecto al desarrollo y la creación de sus capacidades de Big Data. Sin embargo, en todos los sectores existe la posibilidad de utilizar las nuevas tecnologías analíticas de Big Data para mejorar la toma de decisiones y el rendimiento (Puyol, 2014).

Adoptar la filosofía Big Data en una empresa no es solo una cuestión tecnológica. Requiere de una visión clara de los beneficios que genera basar el negocio en datos, y del valor y el conocimiento que se pueden extraer integrando los datos internos y externos (Puyol, 2014).

La tendencia con Big Data es aprender de lo sucedido y anticipar posibles situaciones para el futuro, y con esto realizar una planeación estratégica de riesgos más precisa, ya que en estos tiempos la única constante es el cambio. Por esto, el proceso de adopción del Big Data debe ser minucioso, cumpliendo cada etapa sin saltar ninguna (Puyol, 2014).

Big Data seguirá siendo la mayor tendencia en la inteligencia de negocio para el futuro previsible, pues se vislumbra como la herramienta competitiva del mañana.

En la implementación de Big Data, han de darse una serie de ítems o procesos, que se concretan en las siguientes pautas (Puyol, 2014):

- a) **Recolección.** Obtención de datos de diferentes fuentes.
- b) **Procesamiento.** Uso de altas tecnologías de paralelismo para que el procesamiento de los datos sea más entendible, y la con-

siguiente determinación de los resultados.

- c) **Gerenciamiento de los datos.** Se refiere a las labores de depuración técnica y jurídica de los datos, su transformación, así como las tareas correspondientes a las funciones de auditoría y de seguridad.
- d) **Medición.** Consiste en la integración o la obtención de correlaciones entre datos, basados en métricas inspiradas en el propio negocio.
- e) **Consumición.** Se corresponde con el uso final de los datos resultantes.
- f) **Almacenamiento.** Hace referencia a las soluciones de Storage.
- g) **Gobernación.** Implica la facultad de disposición o gobierno de datos desde la perspectiva de negocio.

Una vez que se sabe la importancia de Big Data, se citan los beneficios más habituales de ella, haciendo la salvedad de que estos beneficios no tienen por qué aplicarse a todas las organizaciones, ya que cada una experimenta y actúa en diferentes condiciones.

A continuación, se citan los beneficios e inconvenientes más relevantes (Puyol, 2014):

Gestión del cambio

- Búsqueda de nuevas oportunidades de negocio a través de segmentación mejorada y venta cruzada de productos (mejora de la estrategia).
- Mediante la aplicación de análisis y modelado predictivo a los datos de cuentas de clientes y al historial de transacción, la solución permite a los agentes llevar a cabo una segmentación basada en la probabilidad de que el cliente contrate servicios o productos complementarios o contratar servicios de mayor valor (mejora de segmentación).
- Mediante el análisis de consumo de los ser-

vicios y productos de los clientes, la empresa puede optimizar las estrategias de venta cruzada, afinar mensajes de *marketing* y proporcionar ofertas específicas. Se puede predecir con mayor exactitud qué productos son los más apropiados para cada cliente (mejora de la estrategia).

- Ofrecer la combinación adecuada de servicios y productos mejora la eficacia y la eficiencia de la fuerza de ventas de la compañía, mientras que el toque más personalizado ayuda a los agentes a forjar lazos más estrechos con clientes, lo cual incrementa la lealtad (mejora de la estrategia).
- Mejoras operativas: mayor capacidad de visibilidad del negocio a través de informes más detallados.

Análisis de navegación web y hábitos de consumo online

- Análisis de redes sociales: determinar los círculos sociales de los clientes a partir de interacciones telefónicas y redes sociales *online* genera una visión completa de ellos, identificando el papel que desempeñan en sus círculos y su grado de influencia.
- *Marketing viral (marketing que explota redes sociales):* detecta clientes más influyentes, roles sociales, etc. para maximizar la difusión de tus productos y servicios (mejor conocimiento de clientes y del mercado en redes sociales).
- Análisis de datos de navegación: estudia la navegación web y los hábitos de consumo *online*; extrae nuevas y valiosas perspectivas de los clientes. Se identifica al usuario (localización, estado del terminal, servicios de acceso), se monitorean sitios y búsquedas por palabra, urls visitadas, tiempo de navegación, etc. (mejor conocimiento del cliente).

- Cuadro de mandos en tiempo real, la información siempre está disponible sin esperas de actualización de los datos (información en tiempo real).

Anticipación a los problemas

- Un sistema predictivo de análisis y cruce de datos nos permite poder anticiparnos a posibles problemas que puede surgir en el futuro, como por ejemplo una predicción de riesgo de catástrofes que permitiría ajustar la política de precios y aprovisionar fondos para posibles pagos (utilidad para ver la veracidad de los datos ante datos imprecisos).

Mejoras de procesos

- Permite la simplificación de procesos actuales y el control del negocio (reducción de costos).
- Análisis de Seguridad. Analítica proactiva que permite la reducción de riesgos y pérdidas frente a fraudes (reducción de costos).
- Permite detectar patrones complejos de fraude en tiempo real analizando los datos históricos, el patrón de uso de información de geolocalización, análisis de transacciones y operaciones sospechosas (reducción de costos).
- Soporte a la toma de decisiones a través de algoritmos automáticos.
- Una analítica sofisticada que analice todos los informes y datos, ayuda a la toma de decisiones, reduciendo los riesgos y descubre información que antes podría estar oculta, pero a la vez importante (ayuda a la toma de decisiones).
- Reducción de costos.
- Reducción de tiempos.
- Desarrollo de nuevos productos.
- Ofertas optimizadas y personalizadas.
- Tomas de decisiones más inteligentes que

con los anteriores sistemas *business intelligence*.

- Filtros inteligentes de seguridad en el negocio electrónico.

Todas estas ventajas se traducen en “obtener más información/conocimiento” de los clientes de la propia empresa y la competencia para alcanzar una ventaja competitiva respecto de los competidores ofreciendo a los clientes lo que quieren o, incluso, creando una necesidad que aún no tienen.

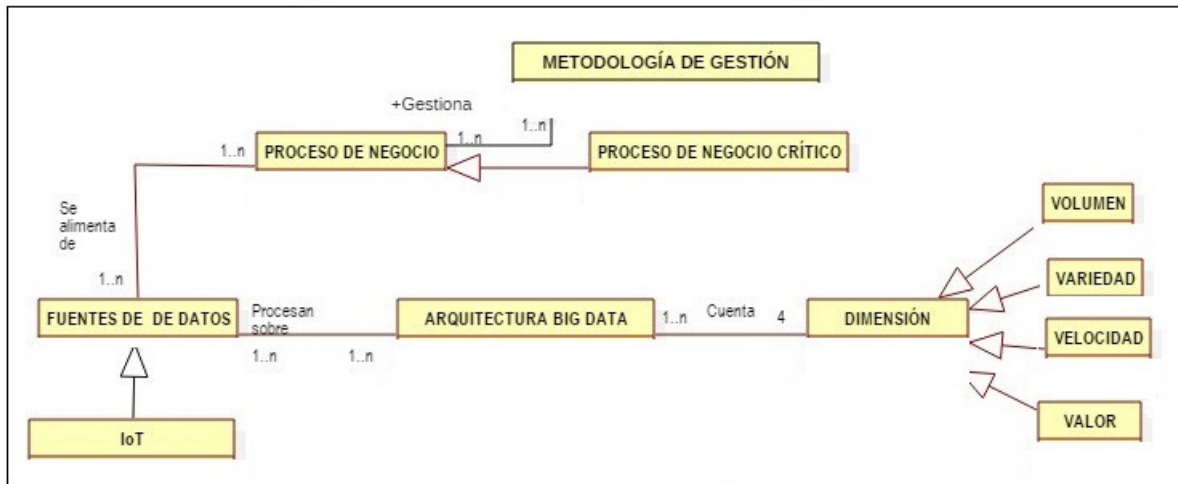
Los conceptos expuestos de Big Data y IoT pueden visualizarse y detallarse en la Figura 4.

Modelo con conceptos compartidos

Los conceptos descritos en la Figura 5 sientan las bases de la propuesta que permite la gestión y especificación de los PN. Una vez que se han descrito por separado los aspectos compartidos en torno a la gestión y especificación de los PN, conviene mostrarlos en un modelo unificado donde están presentadas nuevas relaciones no mostradas hasta el momento. Una de las relaciones integradas es la de las propiedades de los PN, que pueden apoyarse en alguna de las consideraciones de Lamport (2002) y estas, a su vez, ser expresadas o especificadas formalmente por la LT. De esta forma, las propiedades de los PN pueden ser soportadas por técnicas de descripción formal, tales como los lenguajes formales en los que está incluida la LT, fomentando así un proceso de expresión de propiedades de PN en LT.

Por otro lado, al presentar todos los modelos de forma integrada, se destacan aquellos conceptos que se repiten y que, a su vez, sirven de enlace entre las partes involucradas. De esta forma es posible establecer que las pro-

Figura 4. Modelo de los conceptos relacionados con Big Data e IoT



Fuente: Hernández, et al. (2016).

propiedades de un PN pueden ser representadas y expresadas de modo tal que se eliminen las ambigüedades a través de un modelo de especificación formal de propiedades de PN. Los recuadros no implican ningún tipo de orden ni relevancia entre conceptos; se utilizan solo para agrupar conceptos similares y facilitar la lectura del modelo.

Si bien el proceso de especificación de las propiedades de un PN no aporta conceptos nuevos, la innovación consiste en la agrupación de los conceptos anteriores y su relación, pero presentados en conjunto, como un nuevo intento para establecer una metodología para la gestión y especificación de los PN y expresar dichas propiedades usando la LT como lenguaje formal de especificación, para luego verificar las propiedades de calidad de los PN, todo ello sustentado en el uso de Big Data e IoT.

La presentación de dicha metodología se realizará en trabajos futuros, pero podemos dar un adelanto ilustrando la relación entre una de las propiedades de Bérard et al. (1999) y

una de las propiedades de calidad de los PN (ISO/IEC 9126, 2001).

La taxonomía tradicional que ha sido ampliamente aceptada en la verificación de sistemas distingue dos clases de propiedades (Bérard et al., 1999). Primero, propiedades de seguridad externa (*Safety*): nada “malo” sucederá. Y segundo, propiedades de vivacidad (*Liveness*): algo “bueno” eventualmente sucederá.

En la Tabla 2 se muestra la relación entre la propiedad de calidad de los PN, la funcionalidad y la propiedad descrita por Bérard et al. (1999). Cada una de estas relaciones se logra gracias a la compatibilidad con las definiciones entre las propiedades de los PN y las propiedades de Bérard et al. (1999), es decir, se manejan y asocian conceptos entre las propiedades de los PN y las propiedades de Bérard et al. (1999). Como es sabido, una propiedad de funcionalidad debe estar obligatoriamente presente en todo PN (Bérard et al., 1999). Por otro lado, Bérard et al. (1999) y Knight, Strunk

y Sullivan (2003) muestran que una propiedad de seguridad siempre está presente en un sistema; por lo tanto, la relación es evidente entre

funcionalidad y seguridad externa. Las expresiones *r*, *s* y *t* denotan fórmulas booleanas de eventos y/o condiciones, como las semánticas de lógica temporal.

Tabla 2. Relación entre la propiedad de calidad, funcionalidad de los PN y las propiedad de Bérard et al. (1999).

Calidad de un PN según ISO/IEC 9126 (2001)		Propiedad de Bérard et al.
Propiedad	Subpropiedad	
Funcionalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Idoneidad • Precisión • Interoperabilidad • Seguridad interna: <ul style="list-style-type: none"> - Supervivencia - Confidencialidad - Integridad - Consistencia estructural • Dependencia de datos • Concurrencia 	Seguridad externa (<i>Safety</i>)
Definición de Safety	<p>Son propiedades que se cumplen o son ciertas bajo determinadas condiciones.</p> <p>Algunas representaciones, en lógica, de este tipo de propiedad son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. “<i>r</i>” se cumple a menos que “<i>s</i>” se cumpla (“<i>s</i>” necesariamente se cumplirá): <i>CTL: A [!rUs]</i>, <i>LTL: !rUs</i>. 2. “<i>r</i>” y “<i>s</i>” son ciertas en todo estado: <i>CTL: AG r</i>, <i>LTL: G r</i>. Si “<i>r</i>” es cierta, “<i>s</i>” es cierta: <i>CTL: AG (sr)</i>, <i>LTL: G(sr)</i>. 	

Fuente: elaboración propia.

Muchos especialistas en las áreas de especificación y modelado de PN han estudiado la posibilidad de la formulación de nuevos lenguajes y técnicas para el logro de los objetivos en dichas áreas. Tal es el caso de Monserrat et al. (2012), quienes presentan una heurística que busca modelar procesos de negocio decisionales a través de la notación BPMN. La propuesta puede ser utilizada como una técnica de elicitación de requisitos para sistemas de *business intelligence*.

A partir de la presente propuesta, se puede desarrollar otra investigación que permita mapear los modelos decisionales generados a un documento de especificación de requerimientos que sirva de base en el desarrollo de un sistema de *business intelligence* (Monserrat et al., 2012). Esta formalización debe incluir técnicas de trazabilidad que faciliten el seguimiento y análisis de los productos de trabajo y productos finales generados a partir de cada modelo

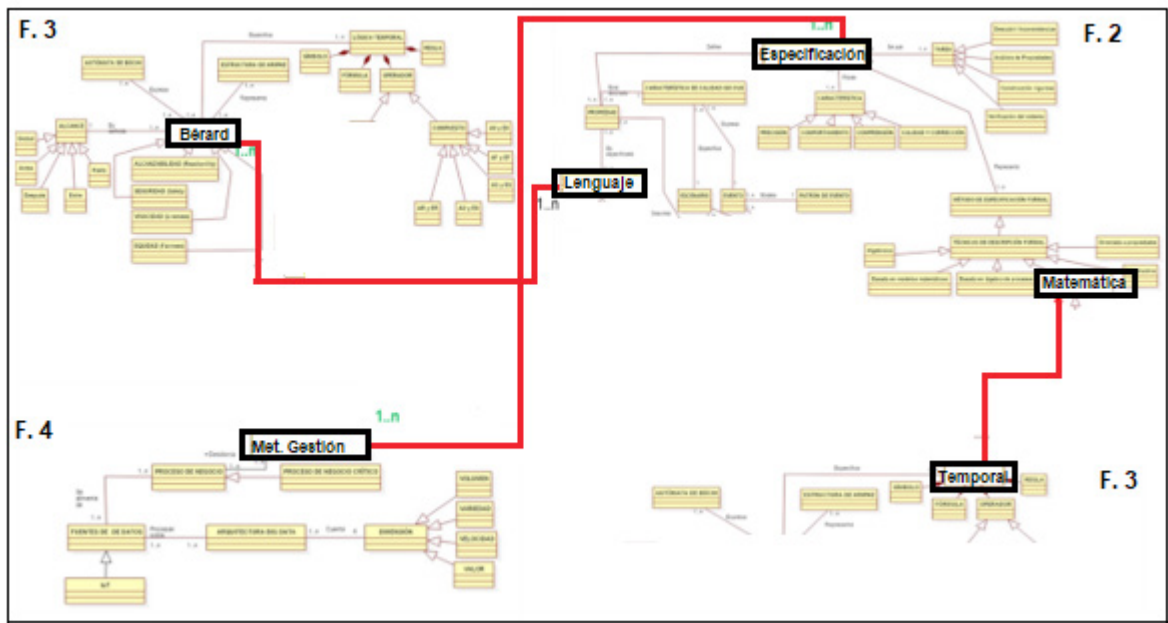
construido. Con esta propuesta, es posible definir una técnica o reglas de modelado de PN que conduzcan a la especificación, simulación y verificación de las propiedades de calidad de dichos procesos.

Otros de los autores destacados en estas áreas referenciados en Ibarra, Álvarez y Vargas (2010) proponen un nuevo enfoque para especificar los requisitos exigidos en un PN. El enfoque incluye un diagrama de uso que se basa en elementos de modelado de procesos de negocios OMG y en los diagramas de casos de uso de UML. También proponen un conjunto de plantillas para describir los elementos del diagrama de uso del proceso. Creemos que una empresa orientada en PN debe reunir los requisitos, modelarlos y especificarlos para dar

lugar a la satisfacción de clientes y usuarios, permitiendo su participación en la definición de los requisitos (Ibarra, Álvarez y Vargas, 2010). Esto es muy importante debido a que los principales clientes de las aplicaciones de *software*, que son personas de negocios, suelen estar muy cómodos por trabajar con la visualización de los PN.

Esta propuesta es otro modo de representar o especificar los PN; en nuestro caso, añadiremos aspectos formales en dicha especificación con el objeto de lograr la verificación de su calidad, además de lograr una mejor gestión de ellos controlando los datos que los alimentan por medio de una arquitectura Big Data y fuentes de información provenientes de IoT (Figura 5).

Figura 5. Modelo conceptual integrado propuesto para la especificación y gestión del PNL



Fuente: Hernández, et al. (2016).

CONCLUSIONES

A través de este trabajo se han descrito y relacionado los conceptos que giran en torno a los PN, su gestión y especificación, y las propiedades formales que estos deben satisfacer. Adicionalmente, se integra el uso de la LT como lenguaje formal para expresar dichas propiedades. Lo importante que se destaca con esta relación es la posibilidad de lograr verificar dichas propiedades y garantizar el cumplimiento de altos niveles de desempeño y calidad en procesos de este tipo. Con la definición de estos modelos conceptuales se logra la posibilidad de definir el dominio de los PN. Como tarea futura, se estima la formulación completa de la metodología de gestión y de especificación para PN introducida en este trabajo. Adicionalmente, se considera la posibilidad de aplicar la especificación y gestión de los PN considerando la metodología que permita hacerlo. Nuestro objetivo final es definir un proceso de especificación y gestión formal de los PN en general.

Sobre la base de lo presentado en este trabajo, se puede constatar, además, que el modelo propuesto representa cada uno de los aspectos que son necesarios para gestionar y modelar un PN. Sin embargo, no se pueden dejar de lado algunas deficiencias, como:

- La falta de expresividad en algunas reglas que permitan el modelado de los PN.
- La falta de diferenciación entre el modelo de PN y su automatización o, mejor aún, la relación entre modelarlos y automatizarlos.
- La falta de una arquitectura Big Data integrada con IoT para el procesamiento de datos que alimentan los PN.

En resumen, estas deficiencias, aunque no imposibilitan el modelado de estos tipos de procesos, indican la carencia de una suficiente expresividad para gestionar y representar de manera simple y legible los elementos de un PN y, seguidamente, la definición formal, la simulación y la verificación de las propiedades de calidad de ellos. Considerando lo expuesto, se propone algún tipo de regla que permita estructurar de mejor forma los elementos de estos tipos de modelos, sin perder la información que debe ser representada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aalst, W. v. d. y Hee, K. M. v. (2004). *Workflow management: Models, methods, and systems. Cooperative information systems*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Álvarez, J. (2013). El Big Data: Una Gran Oportunidad. *La Nueva España*. Recuperado el 11/11/2013 de: <http://www.lne.es/opinion/2013/11/10/big-data-una-gran-oportunidad/1497242.html>
- Bérard, B., Bidoit, M., Finkel, A., Laroussinie, F., Petit, A., Petrucci, L., Schnoebelen, Ph. y McKenzie, P. (1999). *Systems and software verification. Model Checking Techniques and Tools*. París, Francia: Springer.
- Chicano, (2007). Metaheurísticas e ingeniería de Software. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. Recuperado de <http://www.sci.uma.es/bbldoc/tesisuma/17155666.pdf>
- Clarke, E. (2001). *Model checking* (2da. ed.). Cambridge, Mass: MIT Press.
- Del Pino, A. (2015). Cuando el Big Data y el Internet de las cosas colisionan. *Columna*.
- Eshuis, R. y Wieringa, R. (2002). Verification support for workflow design with uml activity graphs. Actas de la *International Conference on Software Engineering (ICSE 2002)*. ACM Press.

- Foster, H., Uchitel, S., Magee, J. y Kramer, J. (2004). Compatibility verification for web service choreography. Actas de la *International Conference on Web Services*. San Diego, EE. UU.
- García, J. (2000). Especificación, verificación y mantenimiento de requisitos funcionales con técnicas de descripción formal. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo.
- Girardotti, A. (2013). *Big Data* es suelo fértil para nuevos modelos de negocio. *Mercado*. Recuperado de <http://www.mercado.com.ar/notas/tecnologiaacutec-%7C/80127171/%3Cem%3E-Big-Data-%3Cem%3Ees-suelo-frtil-para-nuevos-modelos-de-negocio>
- Gutiérrez, J., Serna, M., Parada, J. y Torres, O. (2014). *Mapa de ruta para Internet of Things*. Ciudad de México, México: PROMEXICO. [Recuperado el 26/11/19 de https://prosoft.economia.gob.mx/Imagenes/Imagenes-Master/Estudios%20Prosoft/GREF_25.pdf](https://prosoft.economia.gob.mx/Imagenes/Imagenes-Master/Estudios%20Prosoft/GREF_25.pdf)
- Heitmeyer, C. (2006). Developing safety-critical systems: the role of formal methods and tools. En Cant, T. (Ed.), *Actas del 10th Australian Workshop on Safety Critical Systems and Software*, 55. Sydney, Australia, 162. Darlinghurst, Australia: Australian Computer Society.
- Ibarra, U., Álvarez, F. y Vargas, M. (2010). Use Process – Modeling Requirements Based on Elements of BPMN and UML Use Case Diagrams 2. ICSTE.
- ISO/IEC 9126 (2001). *Software Product Evaluation. Quality Characteristics and Guide Line for their use*.
- Knight, J., Strunk, E. y Sullivan, K. (2003). Towards a Rigorous Definition of Information Systems Survivability. doi: 10.1109/DISCEX.2003.1194874
- Lamport, L. (2002). *Specifying systems: The TLA+ language and tools for hardware and software engineers*. Boston, MA: Addison Wesley Professional.
- Lombardero, L. (2015). Problemas y retos en la gestión empresarial en la economía digital: Estudio comparativo y sistémico de competencias directivas. Tesis Doctoral. Universidad Camilo José Cela. Villafranca, España.
- Montserrat, C., Páez, A., Arias, C., Rivadeneira, S., Vilanova, G. y Miranda, G. (2012). *El modelado de procesos como técnica de elicitación de requerimientos*. II EIPA.
- Puyol, J. (2014). Una aproximación al Big Data. *Revista de Derecho UNED*, 14.
- Rayport, J. y Sviokla, J. (2000). Explotación de la cadena de valor virtual. En D. Tapscott (Comp.), *La creación de valor en la economía digital* (p. 91). Buenos Aires, Argentina: Granica.

Este documento se encuentra disponible en línea para su descarga en: <http://ppct.caicyt.gov.ar/rain/article/view/v5n1a10>

ISSN 2422-7609 eISSN 2422-5282 – Escuela Argentina de Negocios. Este es un artículo de Acceso Abierto bajo la licencia CC BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)



